



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

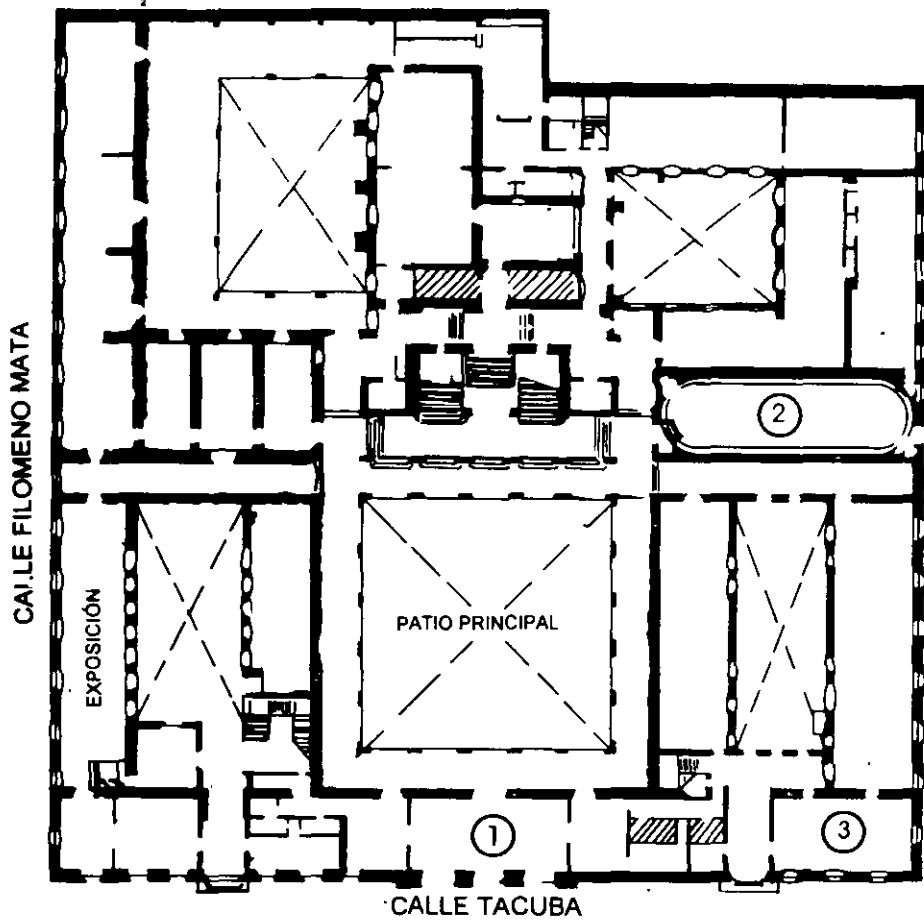
Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

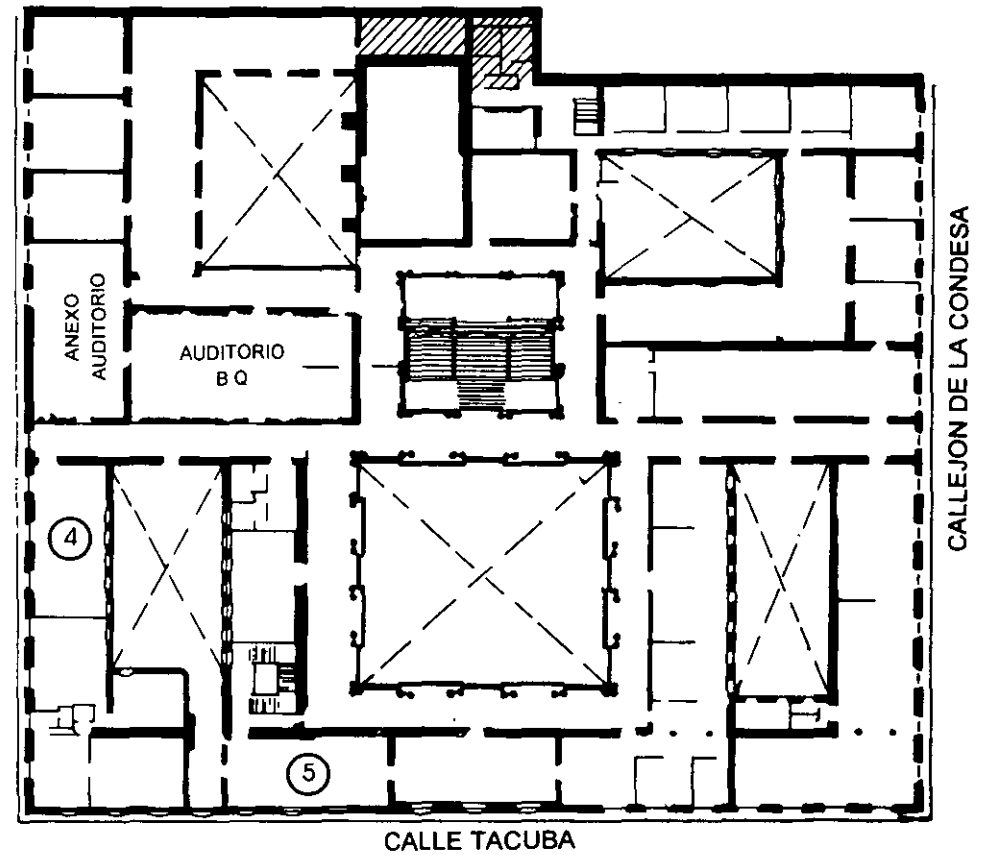
Atentamente

División de Educación Continua.

PALACIO DE MINERIA

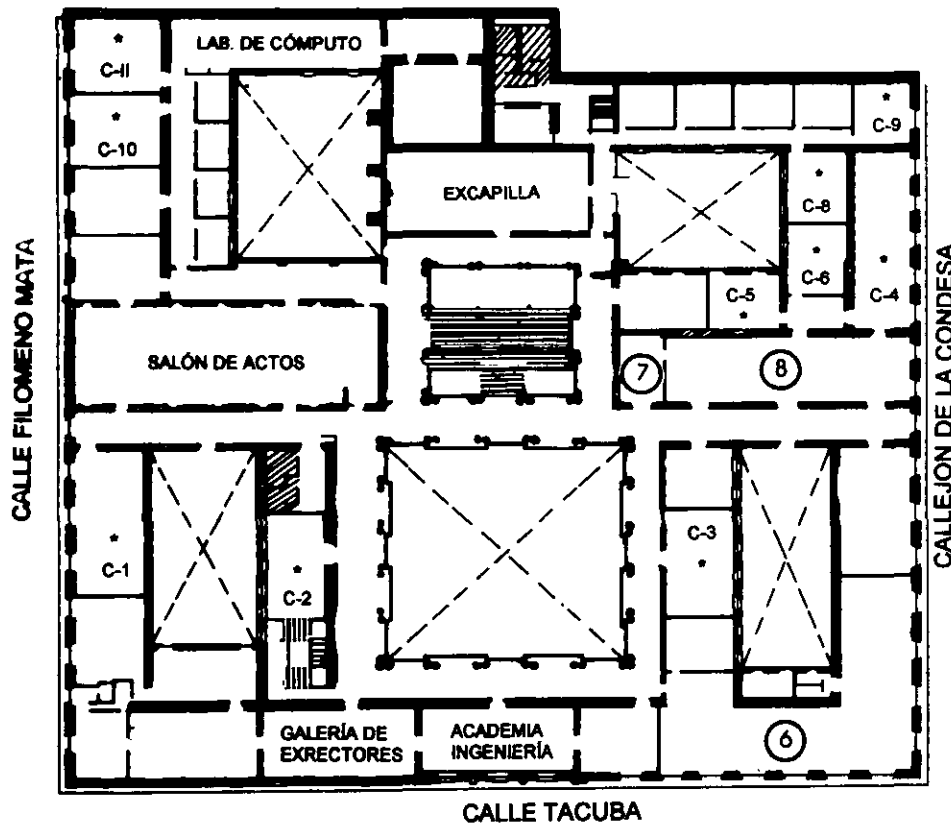


PLANTA BAJA



MEZZANINNE

PALACIO DE MINERÍA



GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
 2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
 3. LIBRERÍA UNAM
 4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
 5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
 6. OFICINAS GENERALES
 7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
 8. SALA DE DESCANSO
- SANITARIOS
- * AULAS

1er. PISO



DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.
CURSOS ABIERTOS

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM
DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS BAJO LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM- 001-SEMP-1994 (PARTE 2)
DEL 19 AL 30 DE ABRIL DE 1999

FECHA	HORARIO	TEMA	PROFESOR
Lunes 19	17:00 - 21:00	Lugares clasificados como peligrosos.	Ing. Edgar Reyes Galbeati
Martes 20	17:00 - 21:00	Instalaciones en lugares de cuidados de la salud.	Ing. Manuel Vila Vivaído
Miércoles 21	17:00 - 21:00	Areas de audiencia en teatros, cines, estudios de televisión y lugares similares	Ing. Javier Brosa Curco
Jueves 22	17:00 - 21:00	Anuncios luminosos, gruas elevadores y soldaduras electricas.	Ing. Carlos González Carpio.
Viernes 23	17:00 - 21:00	Grabadoras de sonido, equipos de procesamiento de datos, rayos X, maquinaria industrial y piscinas.	Ing. Marco Antonio Macias Herrera
Lunes 26	17:00 - 21:00	Ahorro de energía en sistemas de alumbrado de edificios.	Ing. Alex Ramirez Rivero
Martes 27	17:00 - 21:00	Sistemas de emergencia	Ing. Abel García Oropeza
Miércoles 28	17:00 - 21:00	Lineas aéreas	Ing. Rodolfo Lorenzo Bautista
Jueves 29	17:00 - 21:00	Lineas subterráneas.	
Viernes 30	17:00 - 21:00	Subestaciones	Ing. Arturo Morales Collantes



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS BAJO LA
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM – 001 – SEMP – 1994
(PARTE 2)**

TEMA:

ÁREAS PELIGROSAS

**EXPOSITOR: ING. EDGAR REYES GALBIATI
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 1999**

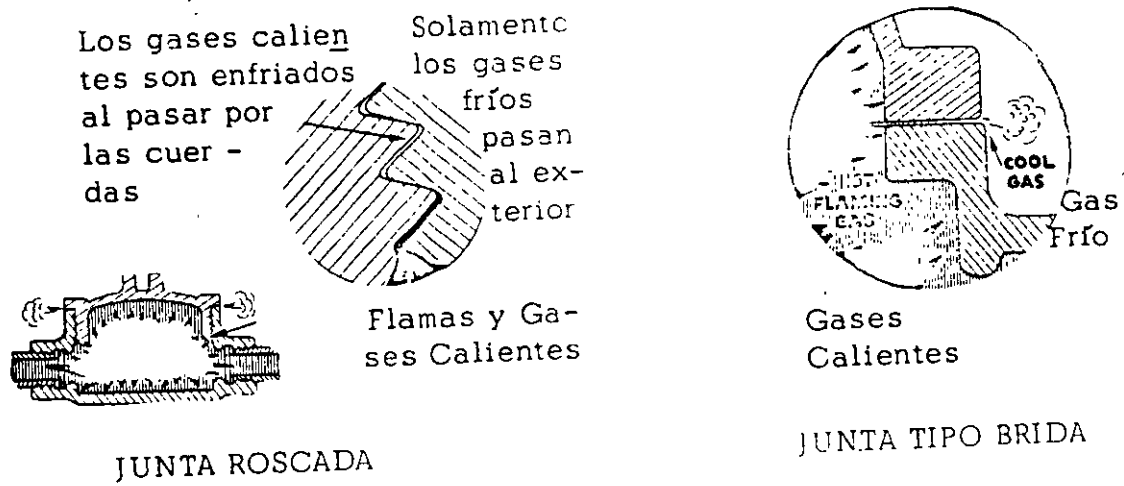


Figura No. 1.- Tanto las juntas roscadas como las de brida dan a los envoltorios las características "A PRUEBA DE EXPLOSION".

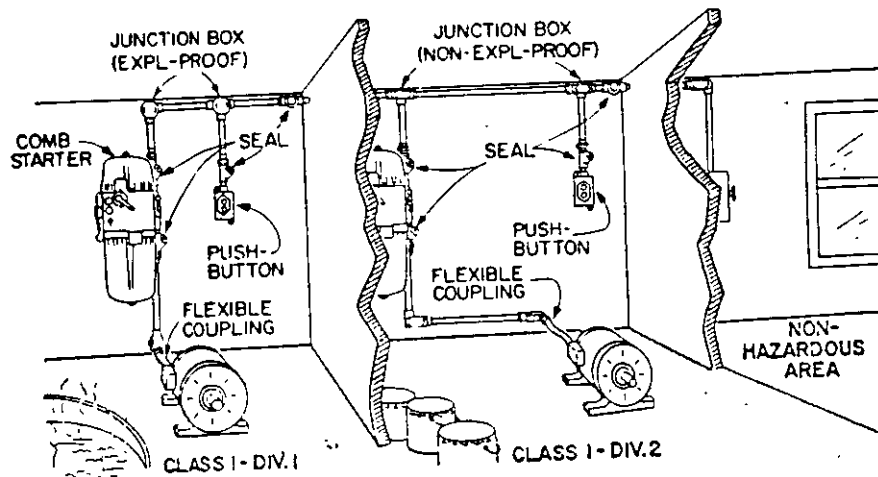


Figura No. 2.- Las áreas Clase I División 2, ofrecen alternativas en el uso del equipo "A PRUEBA DE EXPLOSION".

LOCALIZACIONES (clasificado) PELIGROSAS

CLASE I

LOS LUGARES DONDE HAY O PUEDEN ESTAR PRESENTES EN EL AIRE, GASES O VAPORES INFLAMABLES EN CANTIDAD SUFICIENTE PARA PRODUCIR MEZCLAS EXPLOSIVAS O INFLAMABLES.

EJEMPLOS

DESPACHO DE GASOLINA Y ESTACIONES DE SERVICIO, HANGARES PORAERONAVES. APLICACION DE LIQUIDOS INFLAMABLES Y POLVOS COMBUSTIBLE MEDIANTE OPERACIONES DE PULVERIZACION O ROCIADO.

**PROCESO DE INMERSION Y REVESTIMIENTO.
PLANTAS DE ALMACENAMIENTO O GRANEL**

500-5(a)

LOCALIZACIONES (clasificado) PELIGROSAS

CLASS II

POLVO O FIBRES COMBUSTIBLE QUE PUEDEN ESTAR PRESENTE EN UNA CONCENTRACION O CANTIDAD DE MATERIAL INFLAMABLE O COMBUSTIBLE.

EJEMPLOS

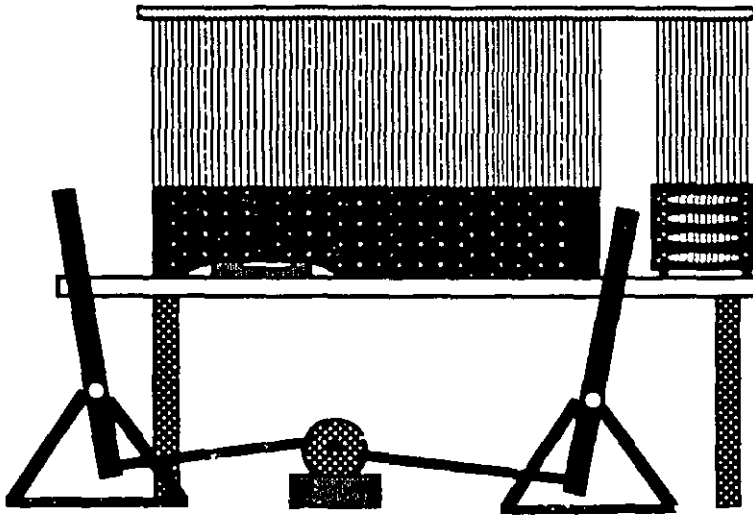
MANEJO Y LA ELABORACION DE GRANOS, AZUCAR, CACAO PULVERIZADOS, POLVOS DE LECHE, HARINA, HENO SECO, Y OTRAS MATERIAS ORGANICA QUE PUEDEN PRODUCIR POLVO COMBUSTIBLE CUANDO SON ELABORADOS O MANIPULADOS.

500-6(a)

LOCALIZACIONES (clasificado) PELIGROSAS

CLASS III

Son aquellas que son peligrosas debido a la presencia de fibras, o partículas volantes facilmente inflamable.



Incluyen algunas partes de fabrica de textiles de rayon, algodón y otros fabricas elaboradore y procesadores de fibras combustibles.

500-7(a)

CLASE I, DIVISIÓN 1

Es una lugar en que concentraciones faciles de encender de gases o vapores inflamables pueden existir bajo condiciones funcionamiento normal;

frecuentemente pueden existir concentraciones inflamables de tales gases or vapors debido a reparaciones, mantenimiento de equipo o escapes;

o por rotura o funcionmenta defectuoso del equipo puedan liberarse concentraciones de gases o vapores combustibles y puedan tambien causar falla r simultanea del equipo eléctrico.

CLASE 1, DIVISIÓN 2

Es un lugar donde se manejan, procesan o se usan líquidos volátiles inflamables, pero en donde normalmente los líquidos, vapores, o gases están confinados dentro de recipientes cerrados o sistemas cerrados de donde pueden escapar solamente en caso de una ruptura accidental o avería de recipientes o sistema, o en el caso de una operación anormal del equipo.

También es un lugar que se encuentra adyacente a un lugar de Clase I, División 1 y donde pueden llegar ocasionalmente concentraciones inflamables de gases o vapores.

500-5(b)

CLASIFICACIONES DE GRUPO CLASE I

ESTA AGRUPACION SE BASA EN LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.

GRUPO ATMOSFERAS QUE CONTIENEN:

- A - Acetileno
- B - Hidrogeno, gases con mas de 30 por ciento de hidrogena por volumen, o gases or vapores con riesgos o peligro como butadieno.
- C - Eter etilico, etileno, o gases de equivalente.
- D - Acetona, amonia, benceno, butano, gasolina, metanol, metano, gas natural, propano.

500-3(a)

LOCALIZACIONES (clasificado) PELIGROSAS

CLASS II

POLVO O FIBRAS COMBUSTIBLE QUE PUEDEN ESTAR PRESENTE EN UNA CONCENTRACION O CANTIDAD DE MATERIAL INFLAMABLE O COMBUSTIBLE.

EJEMPLOS

MANEJO Y LA ELABORACION DE GRANOS, AZUCAR, CACAO PULVERIZADOS, POLVOS DE LECHE, HARINA, HENO SECO, Y OTRAS MATERIAS ORGANICA QUE PUEDEN PRODUCIR POLVO COMBUSTIBLE QUANDO SON ELABORADOS O MANIPULADOS.

500-6(a)

CLASE I, DIVISION 1

Es una lugar en que concentraciones faciles de encender de gases o vapores inflamables pueden existir bajo condiciones funcionamiento normal;

frecuentemente pueden existir concentraciones inflamables de tales gases or vapors debido a reparaciones, mantenimiento de equipo o escapes;

o por rotura o funcionmenta defectuoso del equipo puedan liberarse concentraciones de gases or;

vapores combustibles y puedan tambien causar falla simultanea del equipo eléctrico.

500-5(a)

CLASIFICACIONES DE GRUPO CLASE II

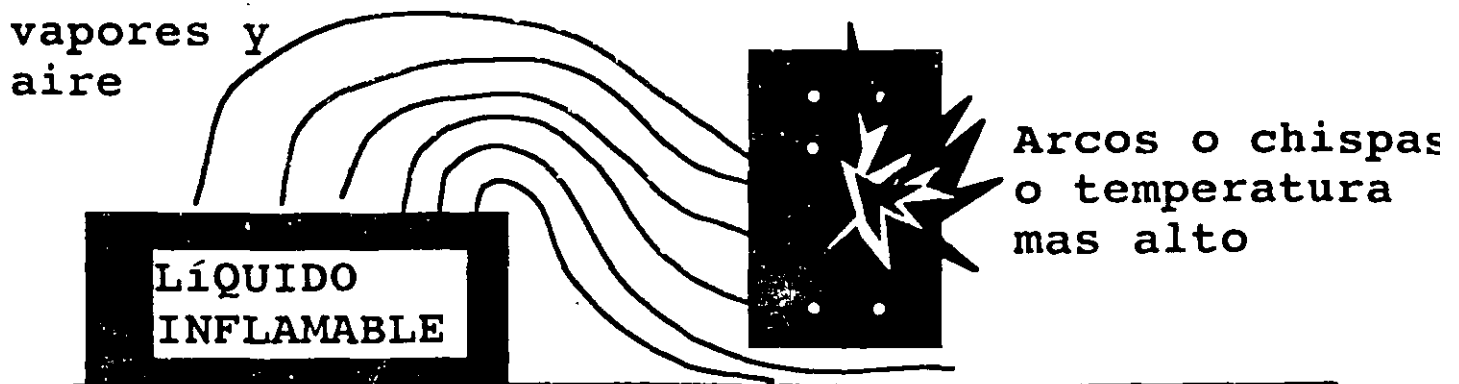
ESTA AGRUPACION SE BASA EN LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.

GRUPO ATMOSFERAS QUE CONTIENEN:

- E - Polvos de metal combustible, aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales.
- F - Polvos de carbonicos combustibles, polvos de coque, hulla o carbon, carbon de lena o negro de carbon.
- G - Polvos de harina, cereal, madera, plastico, y quimicos.

500-3(a)

CONDICIONES NECESARIO POR IGNICIÓN

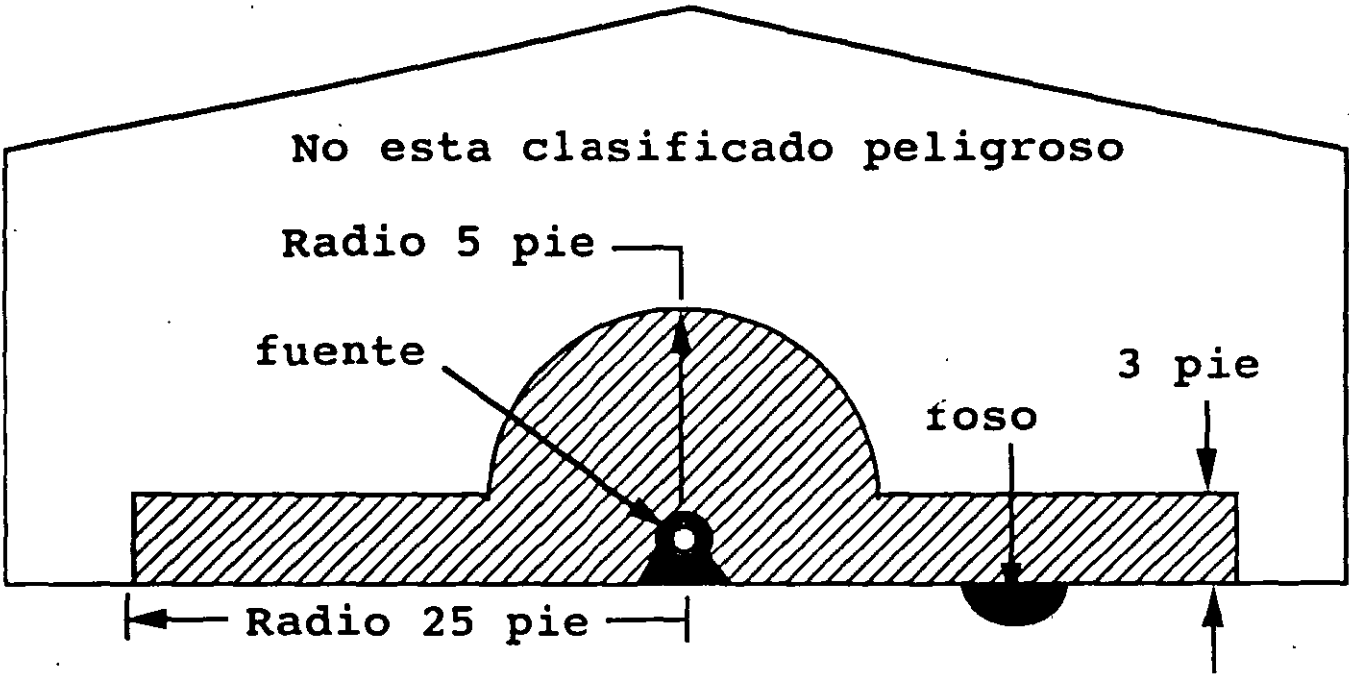


Una cantidad suficiente de gas o vapor estar presente.

El gas o vapor se debe mezclar vapor con aire suficiente producir una mezcla volatiles.

Debe haber un descargo de energia suficiente electrica en el arco encender la mezcla.

CLASIFICACIÓN DE LOCALIZACIONES SPECIFICAS



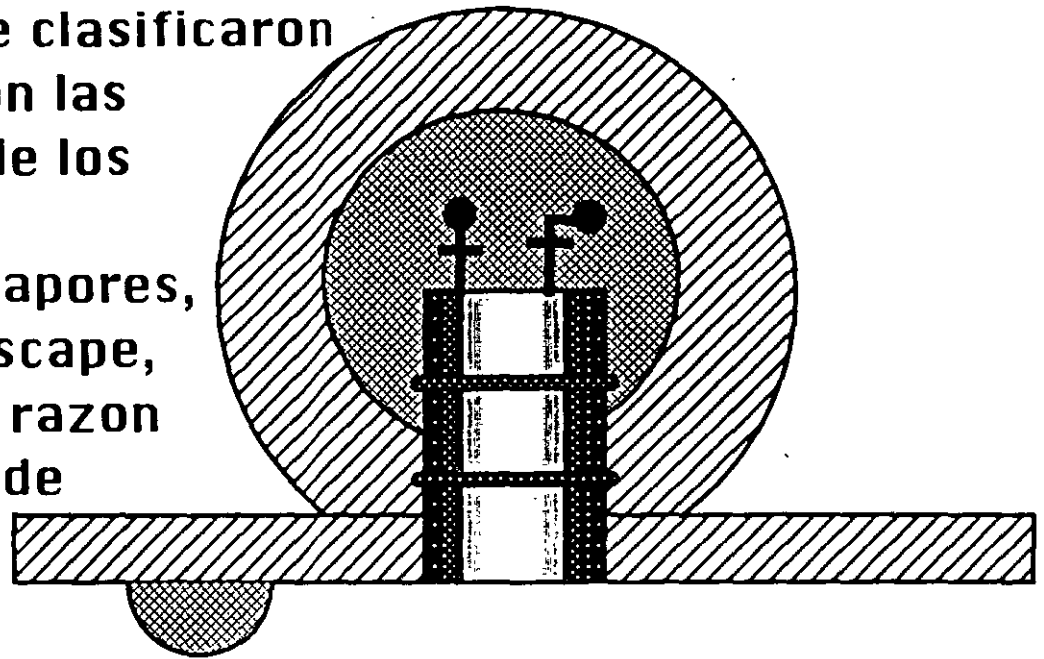
■ División 1 ▨ División 2



NFPA 497A

CLASIFICACIÓN DE LOCALIZACIONES ESPECÍFICAS LÍQUIDO INFLAMABLE

Las lugares se clasificaron de acuerdo con las propiedades de los vapores.

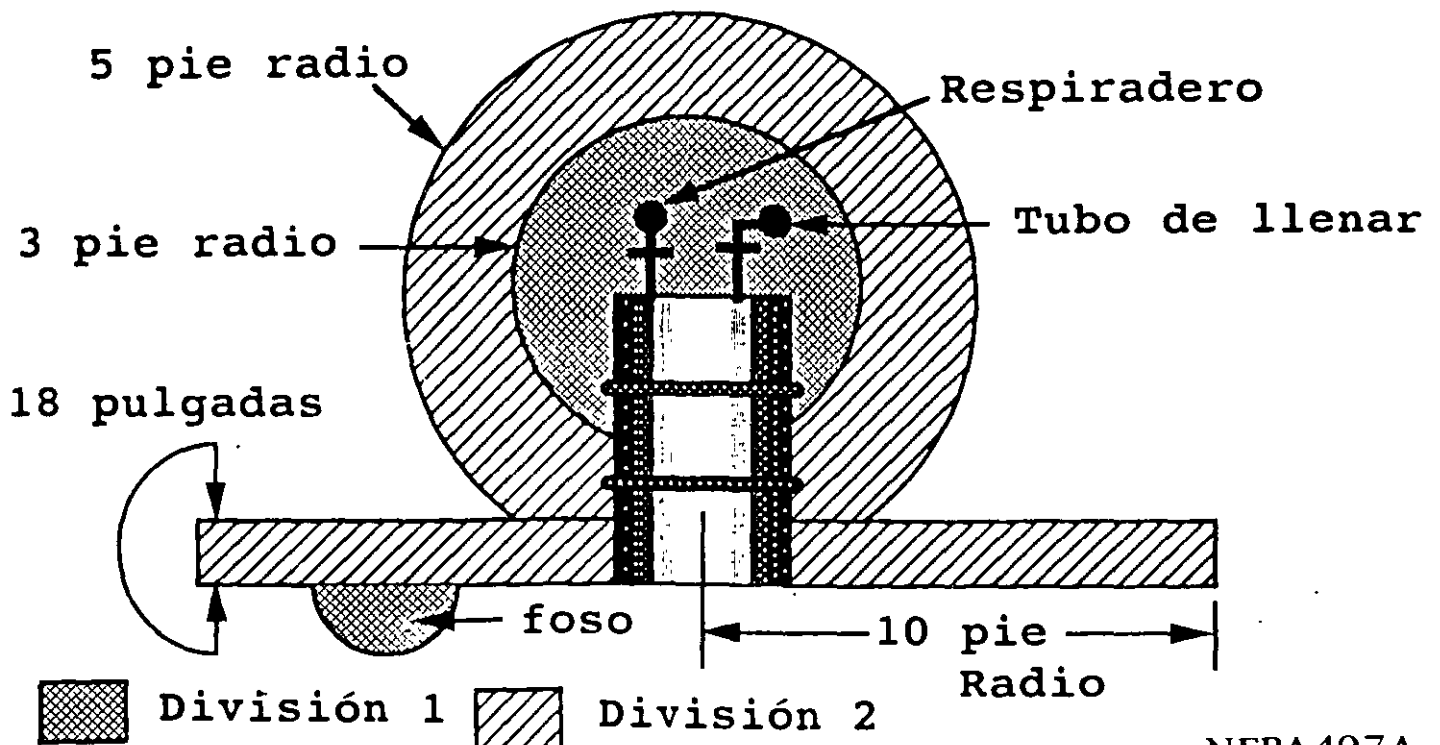
Densidad de vapores, volumen de escape, ventilación, a razón de escaparse de vapores.



 División 1  División 2

NFPA497A

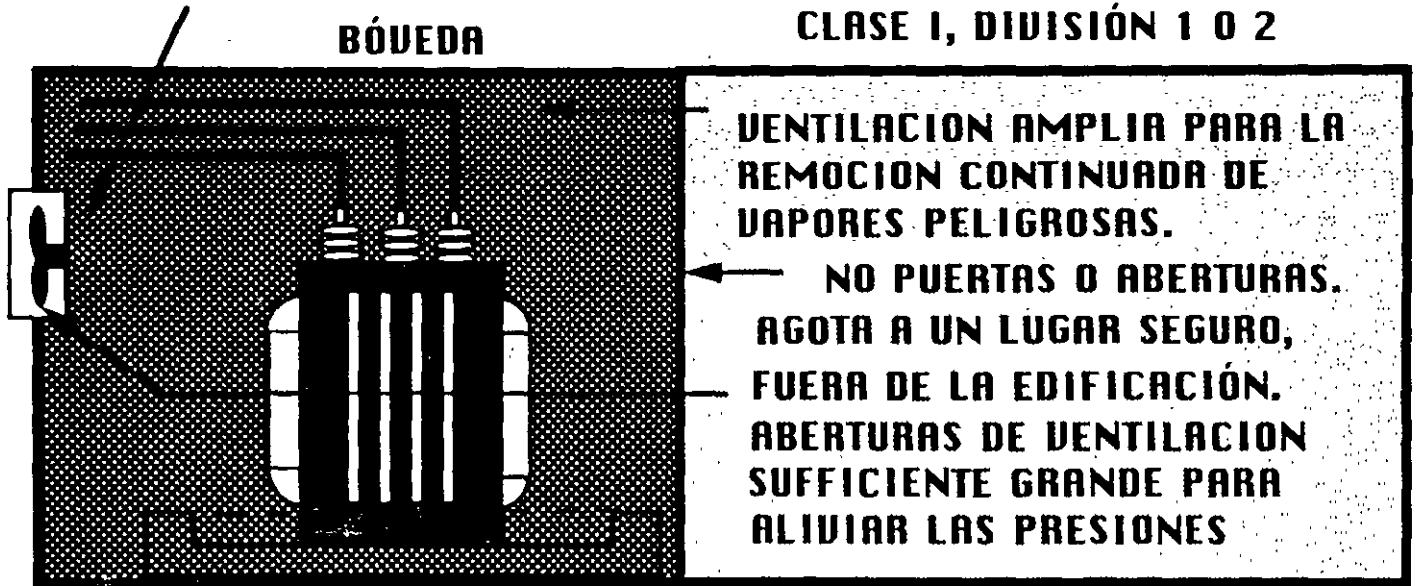
CLASIFICACIÓN DE LOCALIZACIONES SPECIFICAS LÍQUIDO INFLAMABLE



NFPA497A

TRANSFORMADORES Y CAPACITORES QUE CONTENGAN UN LÍQUIDO COMBUSTIBLE, SE ENSTALARAN ÚNICAMENTE EN BÓVEDAS APROBADAS.

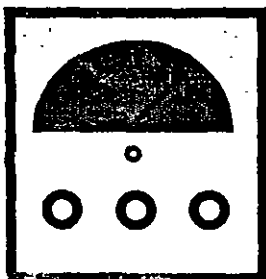
DUCTOS DE VENTILACION CONDUCIRAN A UNA LUGAR, FUERA DE LA EDIFICACION.



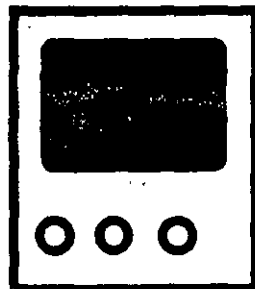
501-2(a)(1)

METROS O CONTADORES, INSTRUMENTOS Y RELES

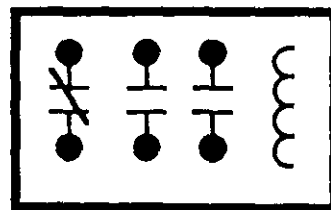
Clase I, División 1



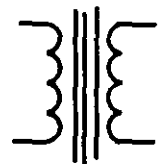
Contador



Instrumentos



Reles



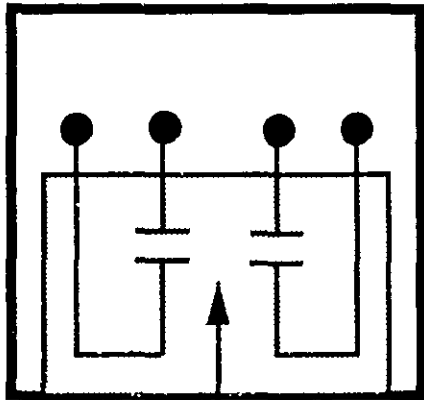
Transformadore de instrumento

Deben de estar provistos con un caja o envolventes aprobado por lugares Clase I, División 1.

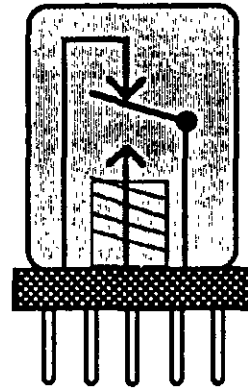
Equipo puede ser, 1) equipo a prueba de explosión, 2) envolventes o cajas purgadas y presurizadas.

MÉTODOS DE PROTECCION EN LOCALIZACIONES (CLASIFICADAS) PELIGROSAS

CLASE 1, DIVISION 2



Contactos sumergidos
en aceite.

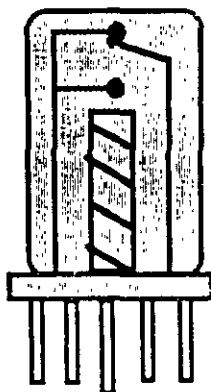


Una caja sellada
herméticamente contra
la entrada de vapores.

501-3(b)(1)

CIRCUITOS INCAPACES DE CAUSAR INCIENDOS

CLASE 1, DIVISION 2



ENCERRADOS
QUE SEA SELLADA
HERMETICAMENTE CONTRA LA
ENTRADA DE GASES O VAPORES

O EN CIRCUITOS EN QUE LA ENERGIA QUE SEA PUEDE
ESCAPAR, IN CONDICIONES NORMALES, NE SEA
SUFICIENTE PARA ENCENDER UNA MEZCLA
DETERMINADA ATMÓSFERICA INFLAMABLE.

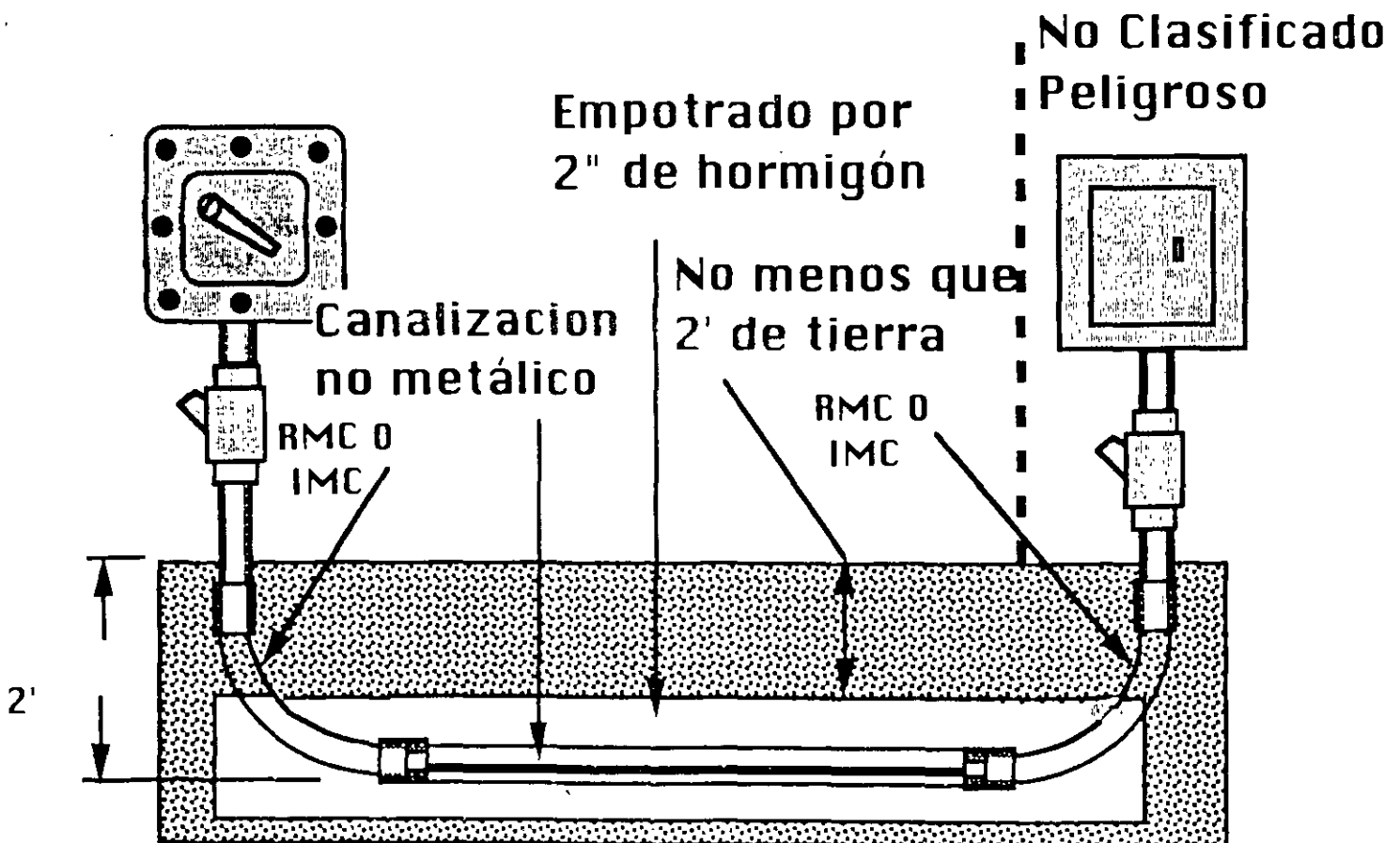
MÉTADOS DE ALAMBRADO PERMITIDO DENTRO DE CLASE I, DIVISIÓN 1

1. TUBO METÁLICO RÍGIDO CON ROSCAS
2. TUBO DE METÁLICO INTERMEDIO CON ROSCAS
3. CABLE TIPO MI

TODAS LAS CAJAS, ACCESORIOS Y UNIONES TENDRAN ROSCA PARA SU CONEXION CON EL DUCTO O CON LAS TERMINACIONES DEL CABLE E SERAN A PRUEBA DE EXPLOSION. LAS UNIONES CON ROSCA SE HARAN CON POR LO MENOS CINCO VUELTAS DE ROSCA COMPLETAMENTE ENROSCADAS.

501-4(a)

WIRING METHODS - CLASS I, DIVISION 1



MÉTODOS DE ALAMBRADO PERMITIDO DENTRO DE CLASE 1, DIVISIÓN 2

- 1. TUBO METÁLICO RÍGIDO CON ROSCAS**
- 2. TUBO DE METÁLICO INTERMEDIO CON ROSCAS**
- 3. BARRAS ENCERRADAS O CUBIERTAS CON
EMPAQUETADURAS**
- 4. CANALIZACIONES ENCERRADAS CON EMPAQUETADURAS**
- 5. CABLES TIPO PLTC, MI, MC, MV, TC, SNM**

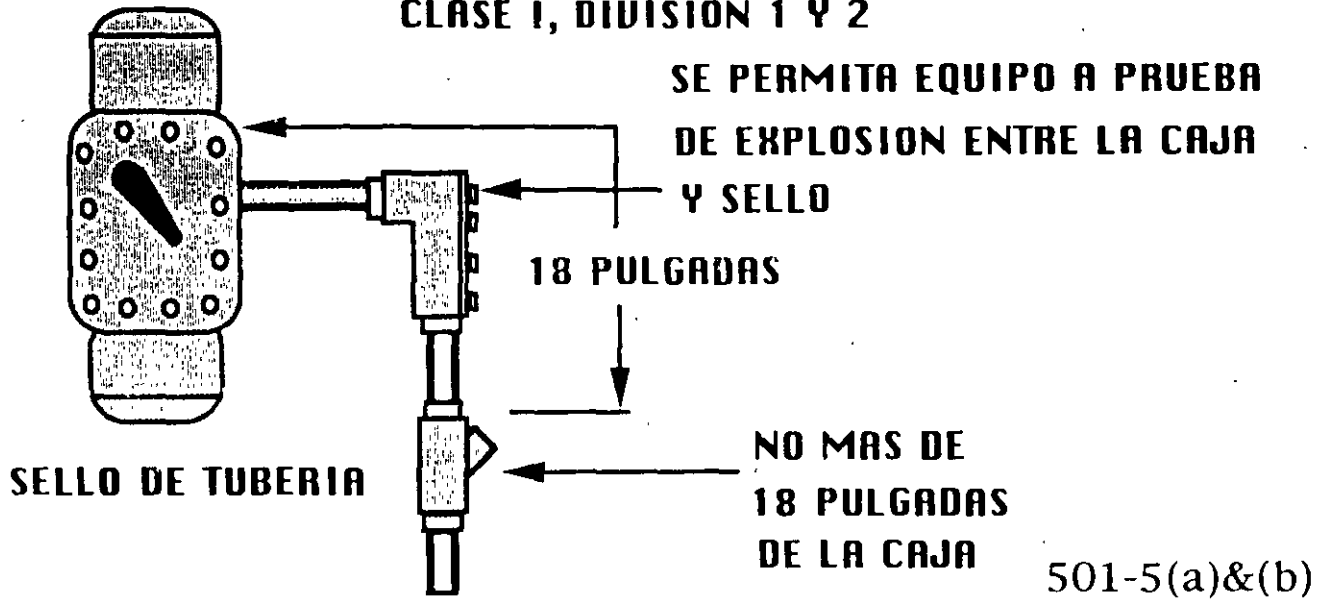
**TODAS LAS CAJAS, ACCESORIOS Y UNIONES SERAN CON
ROSCA PARA SU CONEXION CON EL TUBO O CON EL
TERMNAL DEL CABLE Y ESTARAN A PRUEBA DE EXPLOSION
LAS UNIONES CON ROSCA SE HARAN USANDO POR LO
MENOS CINCO VUELTAS COMPLETA DE ROSCA.**

501-4(b)

**DONDE SE LOCALIZARAN SELLOS
CLASE I, DIV. 1 Y 2**

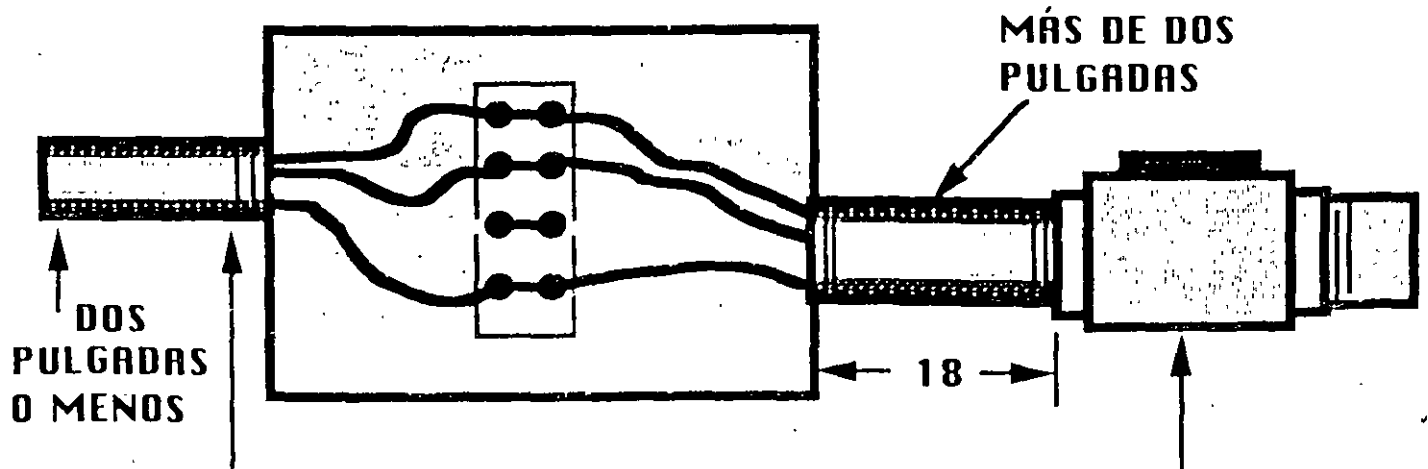
CONTROLADORE DE MOTORES

CLASE I, DIVISION 1 Y 2



**DONDE SE LOCALIZARAN SELLOS
CLASE I, DIV. 1**

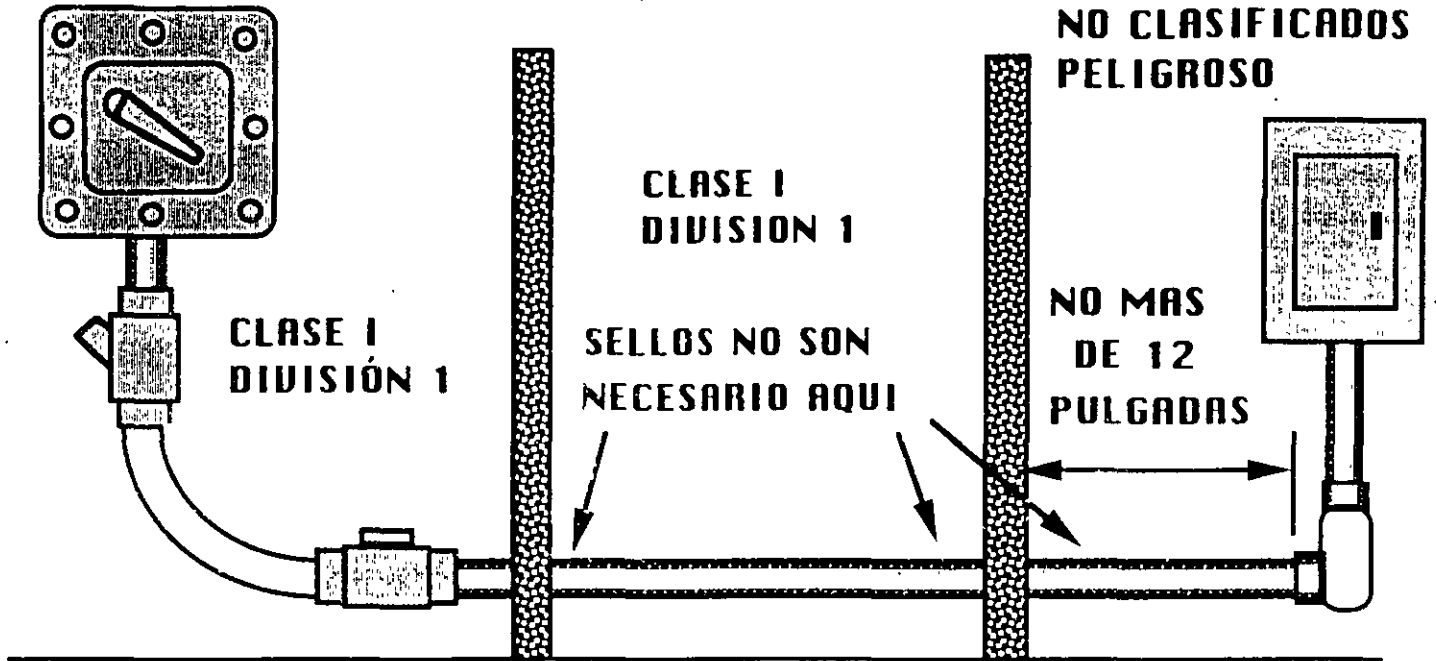
CAJA PARA JUNTAR ALAMBRE



NE SE REQUIERAN SELLOS AQUI.

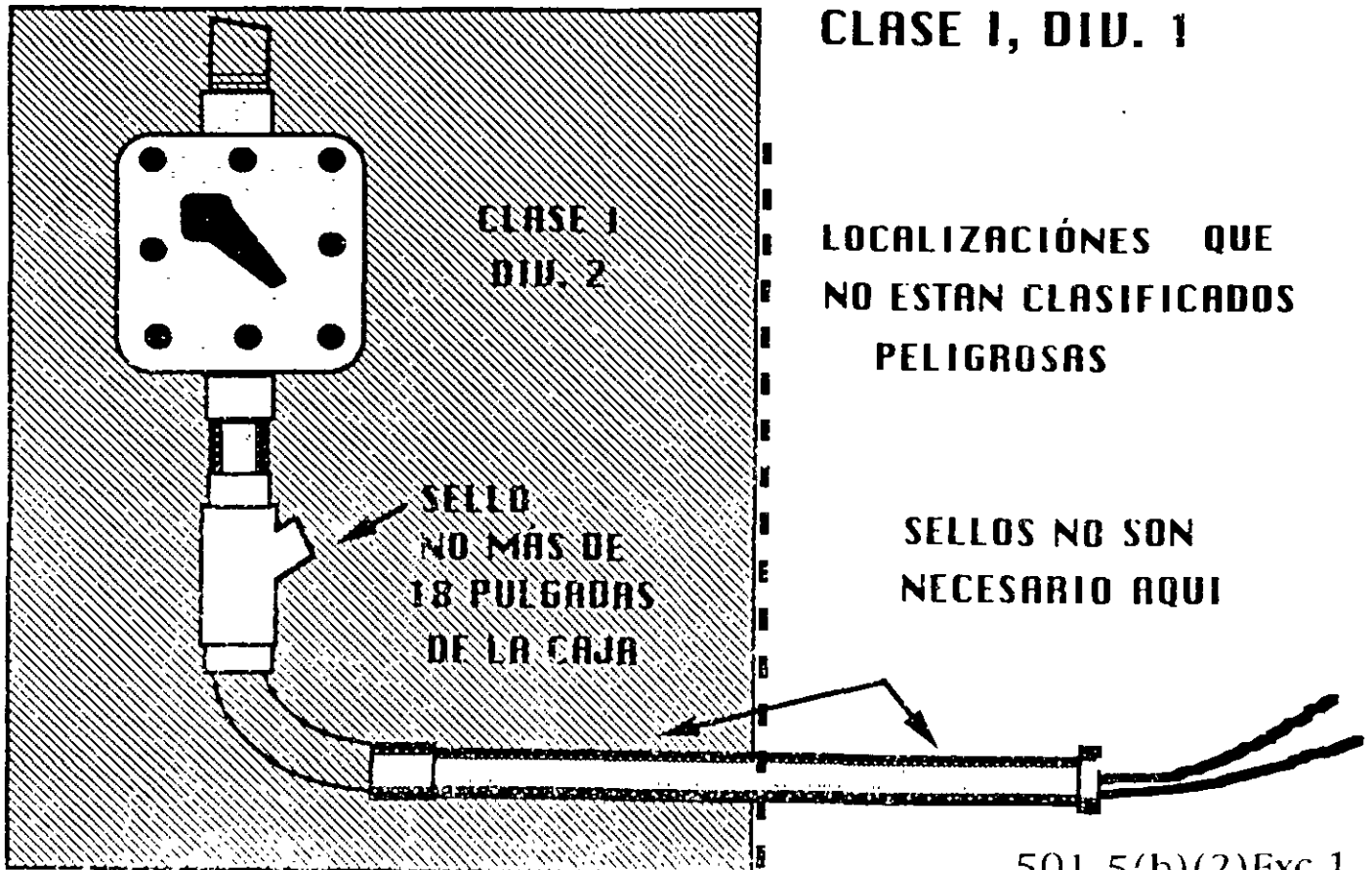
SE REQUIERAN SELLOS PORQUE EL TUBO ES DOS PULGADAS DE DIAMETRO O MAYOR, Y LA CAJA ENCIERRA TERMINACIONES.

DONDE SE LOCALIZARAN SELLOS CLASE I, DIV. 1 Y 2



501-5(a)(4)

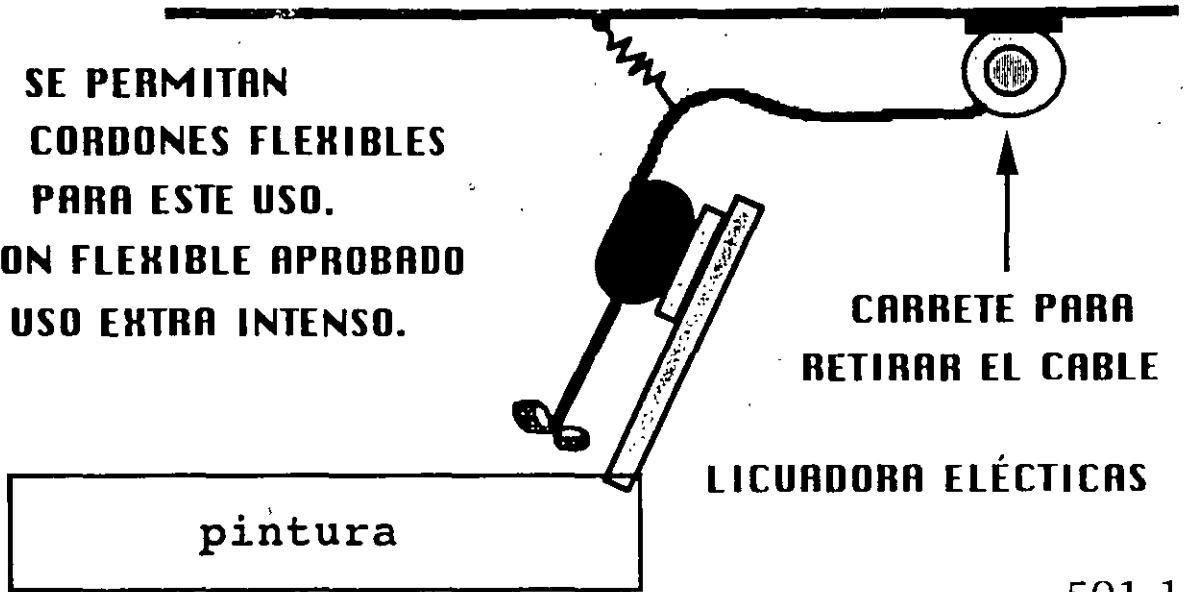
DONDE SE LOCALIZARAN SELLOS CLASE I, DIV. 1



501-5(b)(2)Exc.1

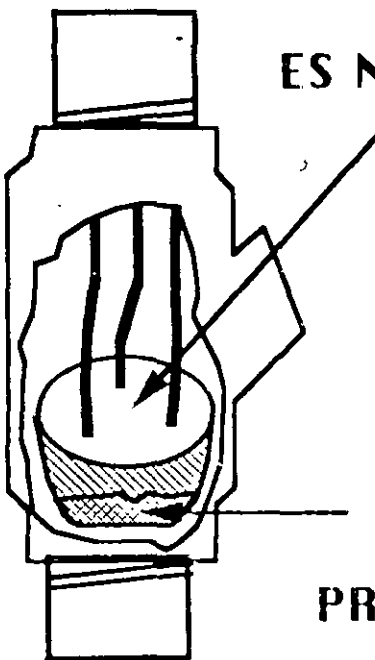
CLASE I, DIVISIONES 1 Y 2

SE PERMITAN
CORDONES FLEXIBLES
PARA ESTE USO.
CORDON FLEXIBLE APROBADO
PARA USO EXTRA INTENSO.



501-11

SELLO DE TUBERIA



ES NECESARIO QUE LOS CONDUCTORES
ESTAN SEPARADOS

NCC 1996

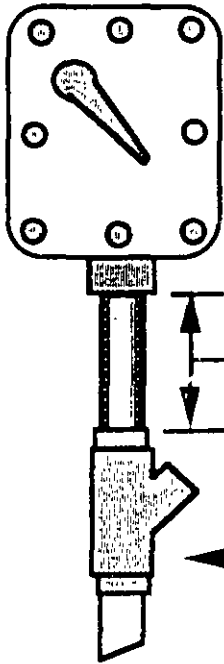
La suma de las areas de los
conductores contenido adentro
no exede del 25 por ciento de
la seccion transversal del sello.

COMPUESTO

PRESA DE FIBRA

501-5(c)(6)

DONDE SE LOCALIZARAN SELLOS CLASE I, DIV. 1 Y 2



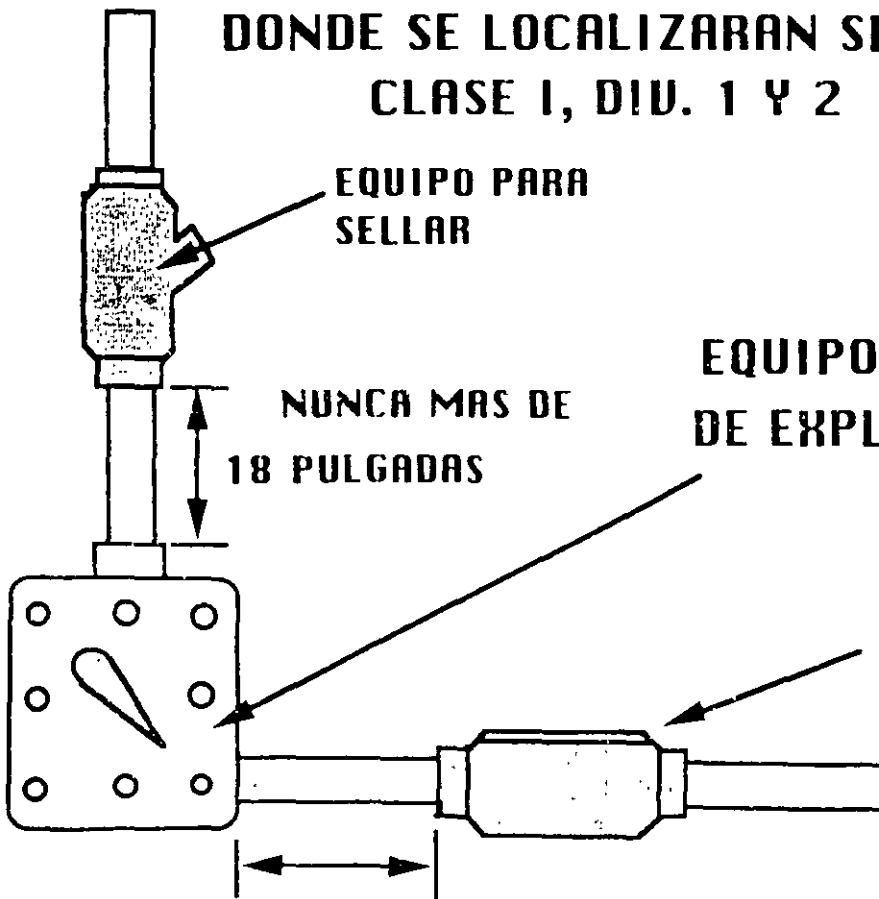
LOCALIZACIONES CLASSE I, DIVISION 1, Y 2
EQUIPO QUE PRODUCE ARCOS, CHIPAS
O TEMPERATURAS ALTAS NECESITAN SELLOS

NO MÁS DE 18 PULGADAS
DE LA CAJA

SELLOS

501-5(a)&(b)

DONDE SE LOCALIZARAN SELLOS CLASE I, DIV. 1 Y 2



NUNCA MAS DE
18 PULGADAS

EQUIPO A PRUEBA
DE EXPLOSIÓN

EQUIPO PARA
SELLAR

NUNCA MÁS DE 18 PULGADAS

501-5(a)&(b)

SELLOS POR CABLES

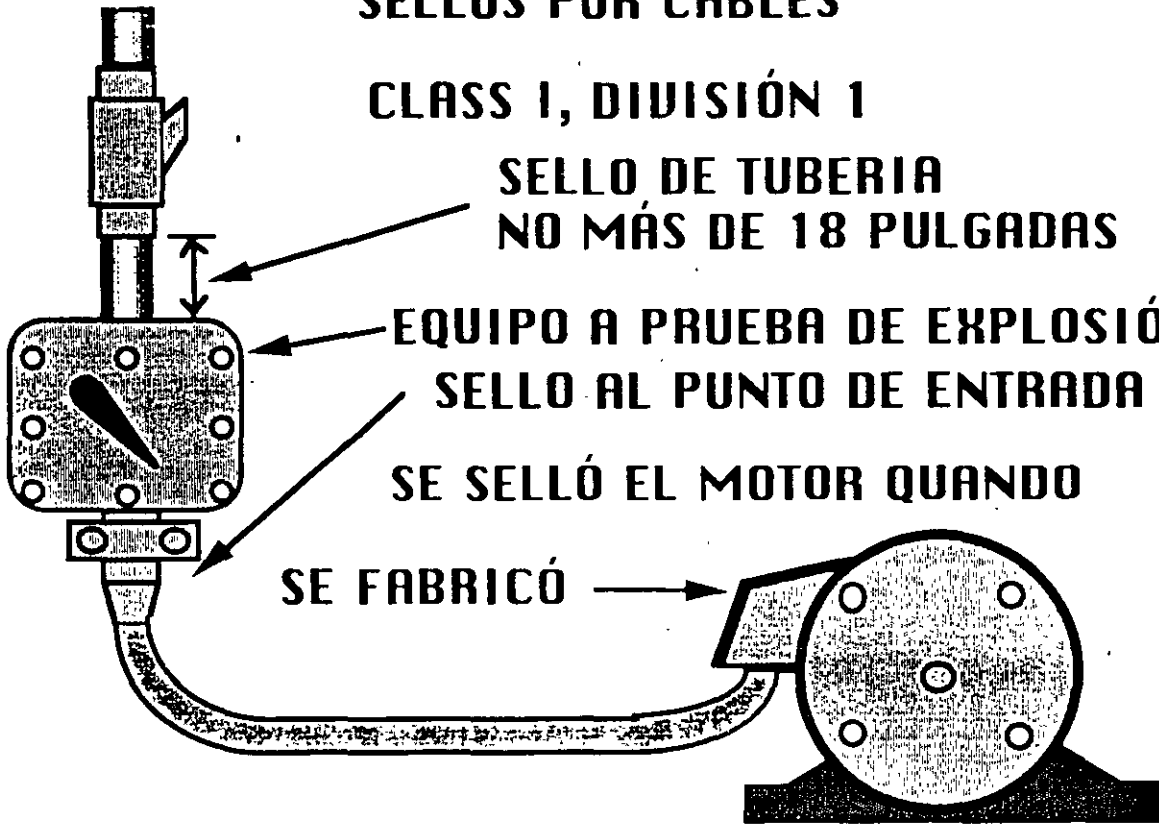
CLASS I, DIVISIÓN 1

SELLO DE TUBERIA
NO MÁS DE 18 PULGADAS

EQUIPO A PRUEBA DE EXPLOSIÓN
SELLO AL PUNTO DE ENTRADA

SE SELLÓ EL MOTOR QUANDO

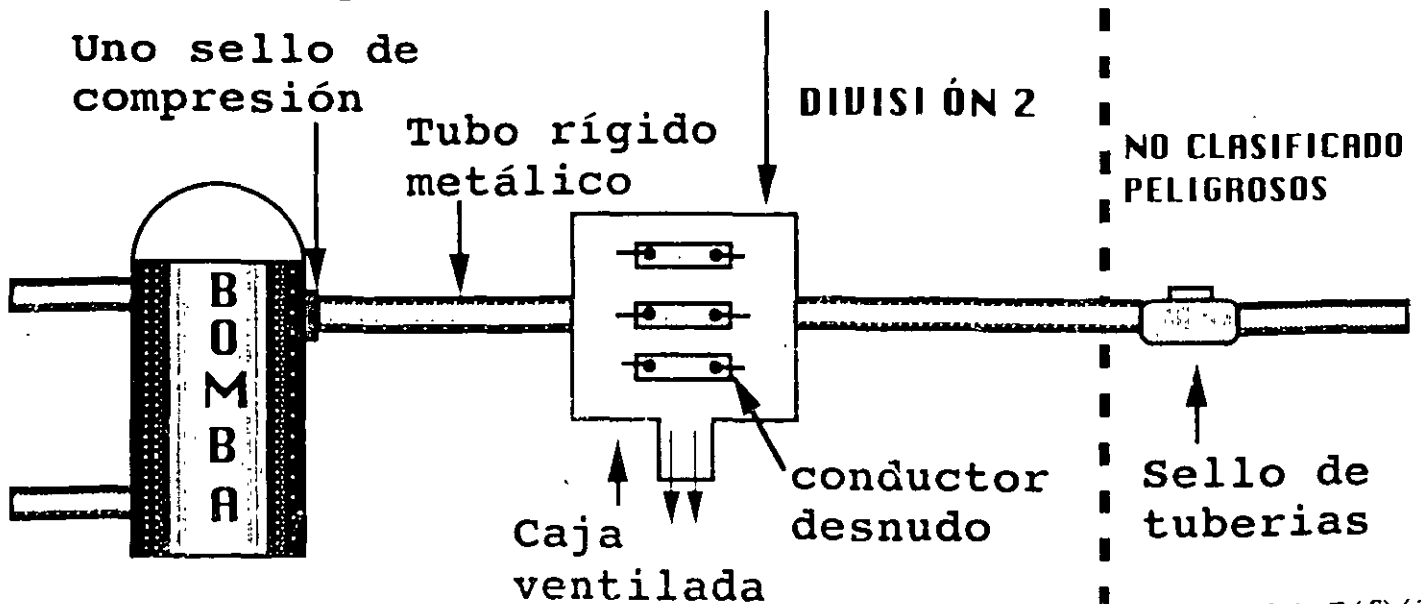
SE FABRICÓ



501-5(e)(1)

BOMBAS DENTRO DE CUBIERTAS PROTECTORAS

Drenajes, respiraderos, u otros dispositivos se proveeran de modo que el escape o filtracion del sello principal sea obvio.



501-5(f)(3)

MÉTODOS DE ALAMBRADO PERMITIDO DENTRO DE CLASE I, DIVISIÓN 2

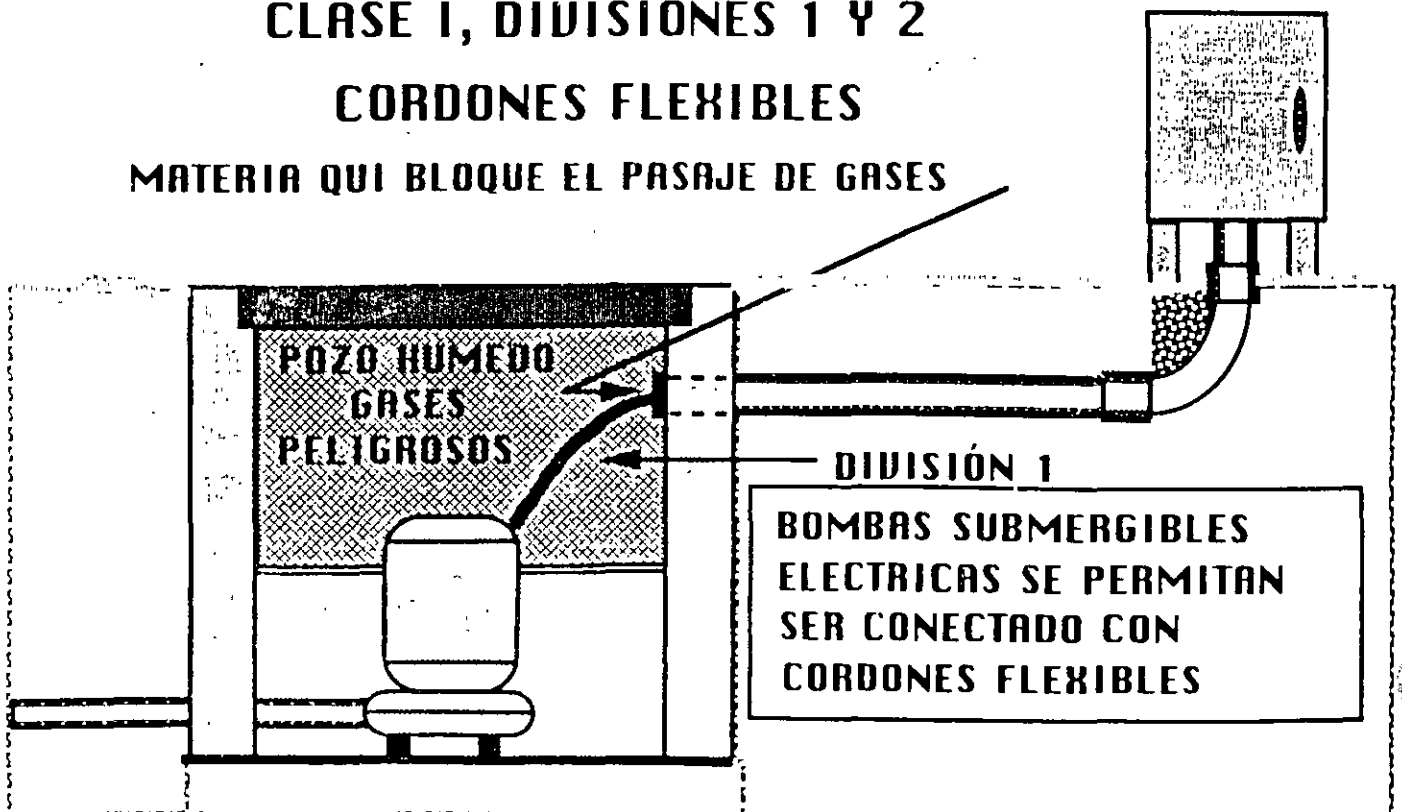
1. TUBO METÁLICO RÍGIDO CON ROSCAS
2. TUBO DE METÁLICO INTERMEDIO CON ROSCAS
3. BARRAS ENCERRADAS O CUBIERTAS CON EMPAQUETADURAS
4. CANALIZACIONES ENCERRADAS CON EMPAQUETADURAS
5. CABLES TIPO PLTC, MI, MC, MV, TC, SNM

TODAS LAS CAJAS, ACCESORIOS Y UNIONES SERAN CON ROSCA PARA SU CONEXION CON EL TUBO O CON EL TERMINAL DEL CABLE Y ESTARAN A PRUEBA DE EXPLOSION LAS UNIONES CON ROSCA SE HARAN USANDO POR LO MENOS CINCO VUELTAS COMPLETA DE ROSCA.

501-4(b)

CLASE I, DIVISIONES 1 Y 2 CORDONES FLEXIBLES

MATERIA QUI BLOQUE EL PASAJE DE GASES



501-11

ARTÍCULO 505 NUEVO

ZONA 0

Los gases o vapores son presente continuamente para períodos largos de tiempo.

EJEMPLOS

El interiores de tanques, interiores de cabinas del rocío de pintura, entre el secciones interno y exterior del cubre de tanques del almacenamiento, tanques y pozos que contienen líquidos inflamables, interiores de conductos para la descarga de gases o vapores, Envolvertes para instrumentos para sacar una muestra de líquidos inflamable.

505-Z-0

ARTÍCULO NUEVO 505

ZONA 1

Donde hay un traslado de líquidos inflamables, cerca del rocío de pintura, en adecuadamente ventilado cuartos para de secarse, porciones de edificios para limpieza o tintero, cuartos venitlados para bombas por gases o líquidos inflamable, y el interior de refrigeradores para almacenamiento de líquidos inflamables.

505-Z-1

ARTÍCULO 505 NUEVO

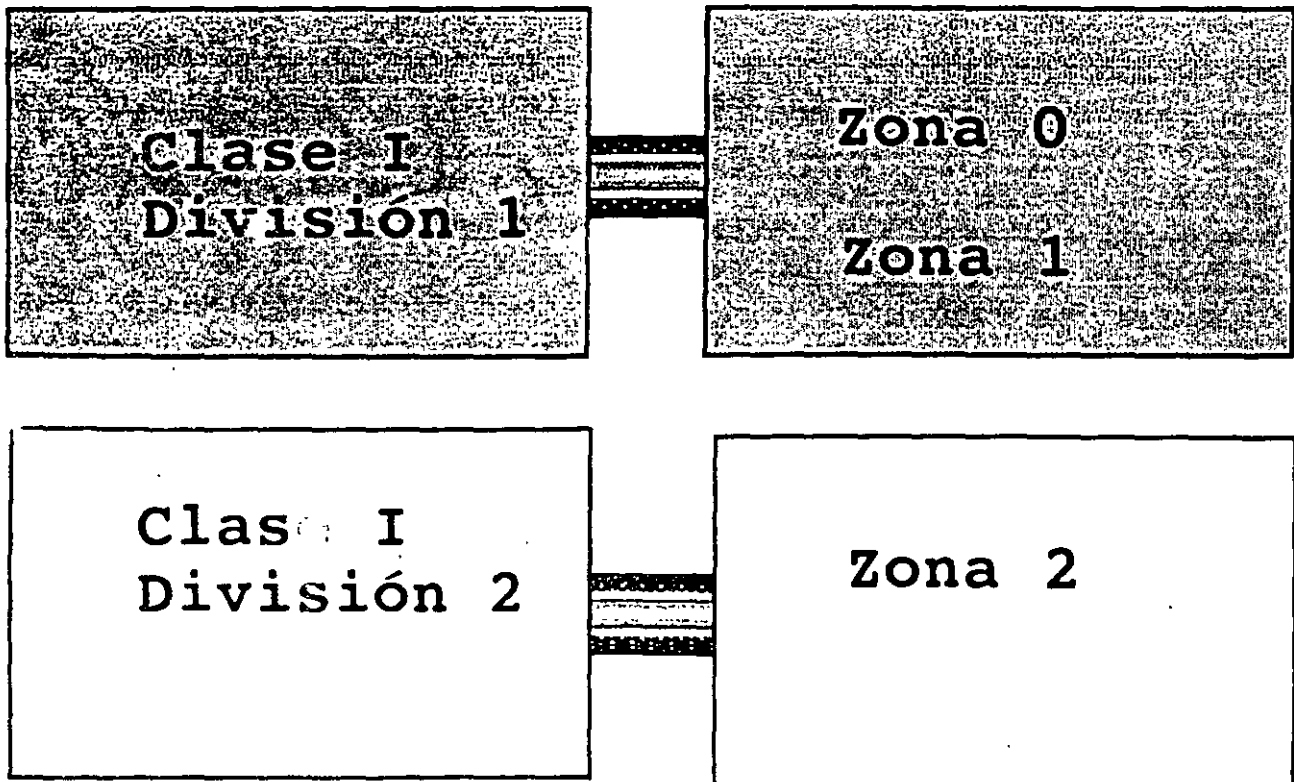
ZONA 2

No es probable que haya concentraciones de gases o vapores inflamables en condiciones normales.

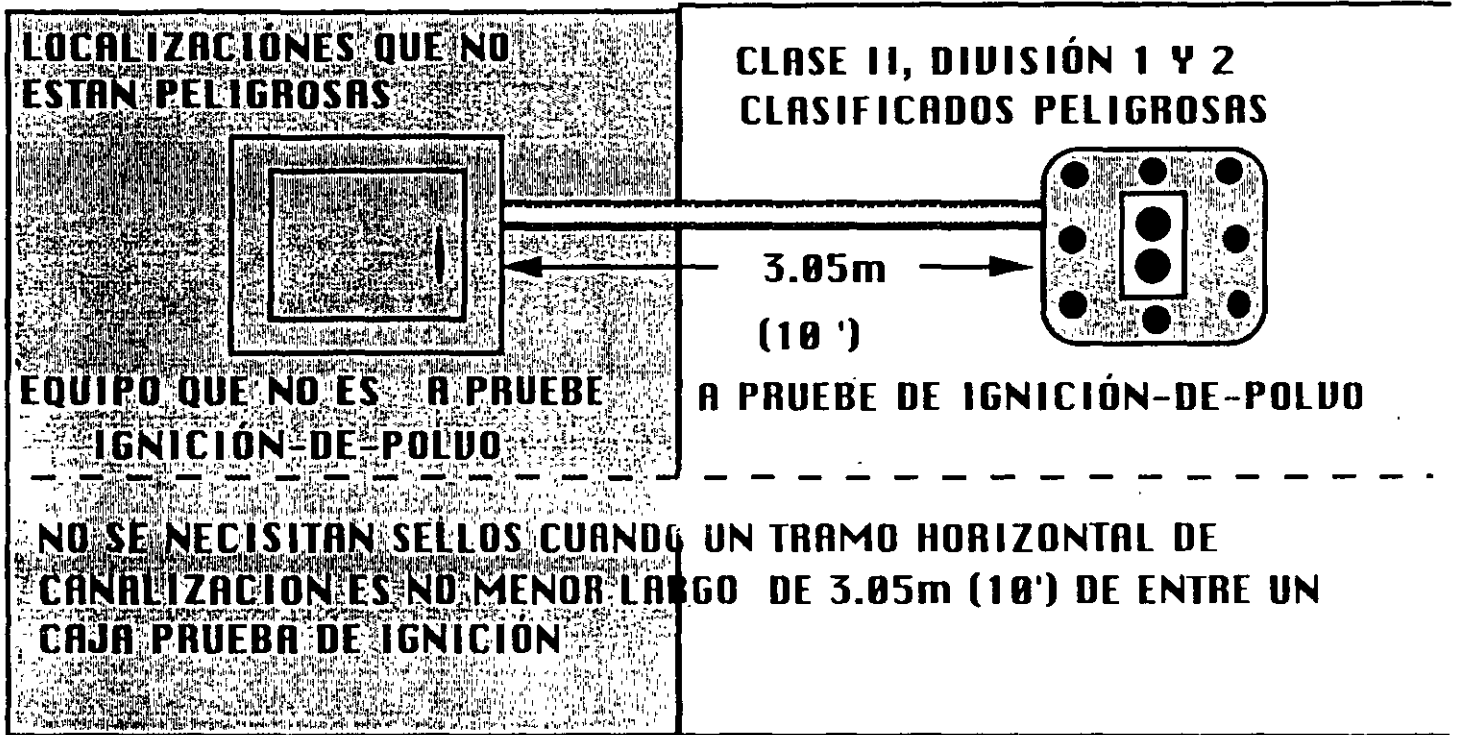
Líquidos, gases o vapores. Líquidos, gases o vapores se manejan en recipientes cerrados, o sistemas y se pueden escapar solamente por accidente, o donde ventilación previene una acumulación, lugares adyacente a ZONA 1 con ventilación adecuado y salvaguardo contra falla del ventilación.

505-Z-2

ARTÍCULO 505 NUEVO



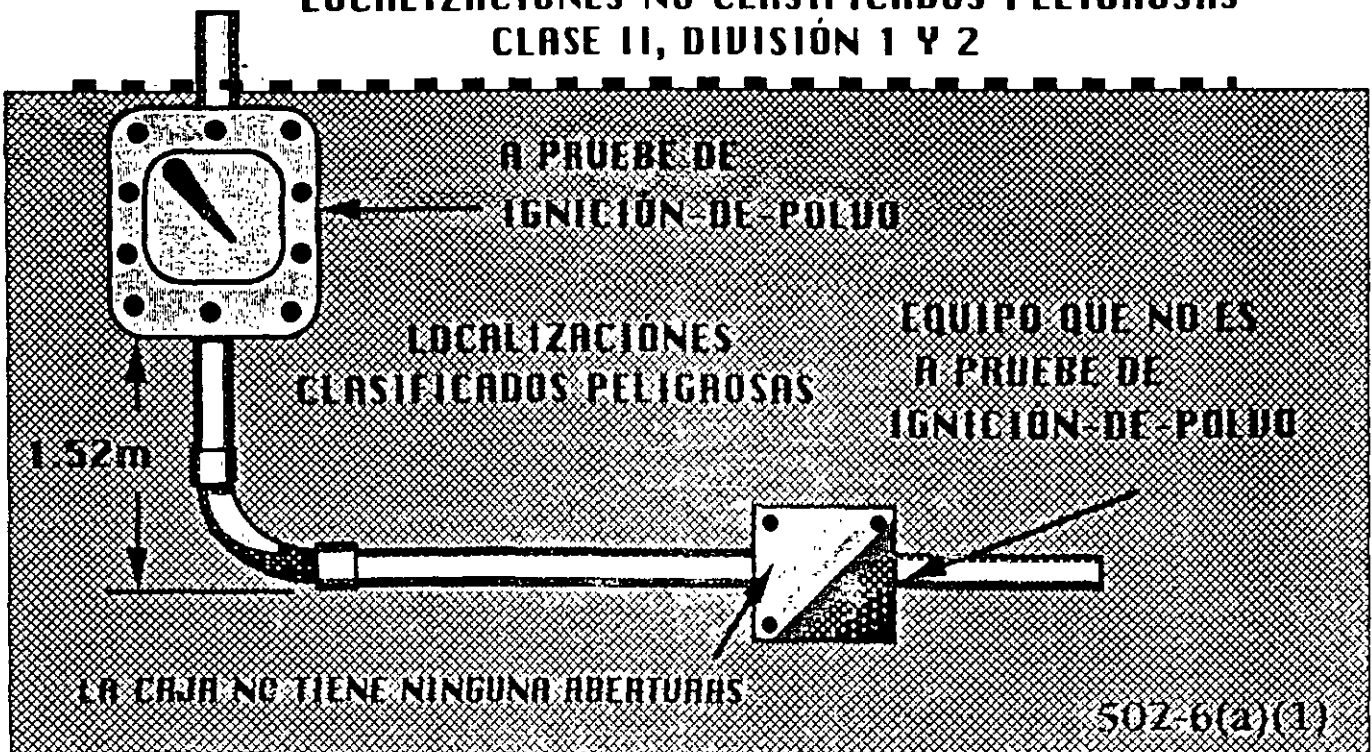
UNO DE LOS MÉTODOS PARA IMPEDIR PASAGE DE POLVO DE UN LOCALACIÓN A OTRO



502-5

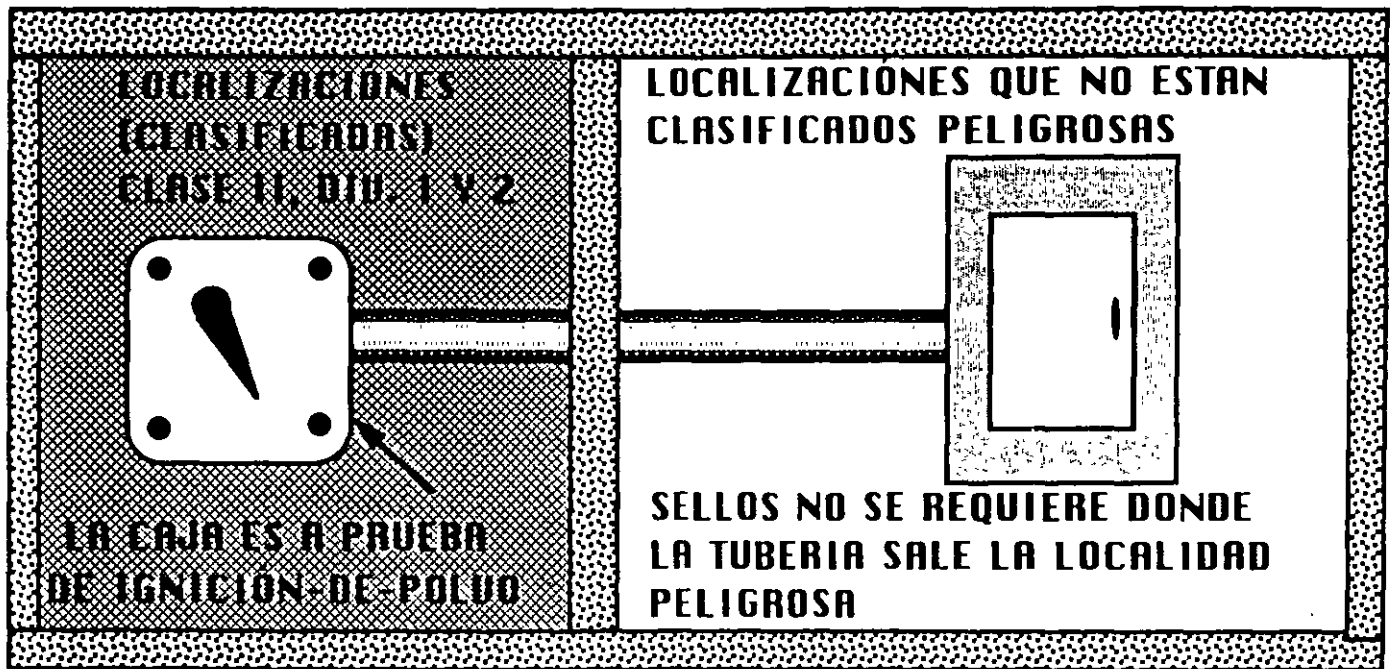
UNO DE LOS MÉTODOS PARA IMPEDIR PASAGE DE POLVO DE UN LOCALACIÓN A OTRO

LOCALIZACIONES NO CLASIFICADOS PELIGROSAS
CLASE II, DIVISION 1 Y 2



502-6(a)(1)

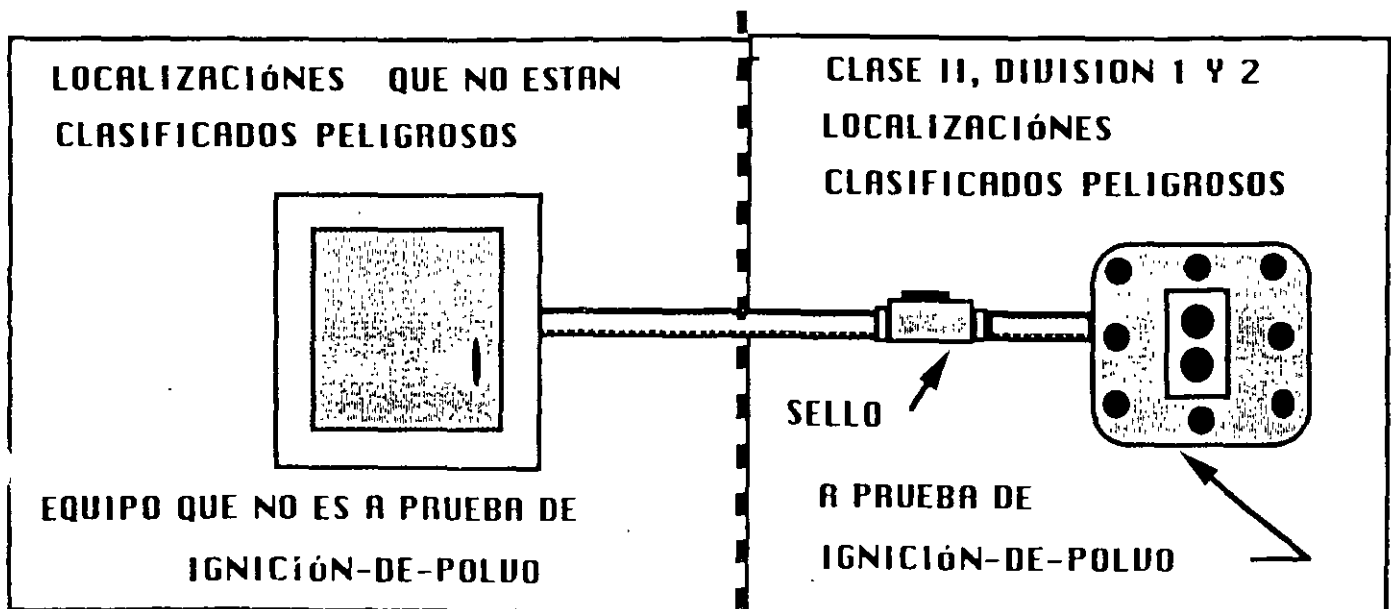
UNO DE LOS MÉTODOS PARA IMPEDIR PASAJE DE POLVO DE UN LOCALACIONE A OTRO



502-5

CLASE II, DIVISIÓN 1 Y 2

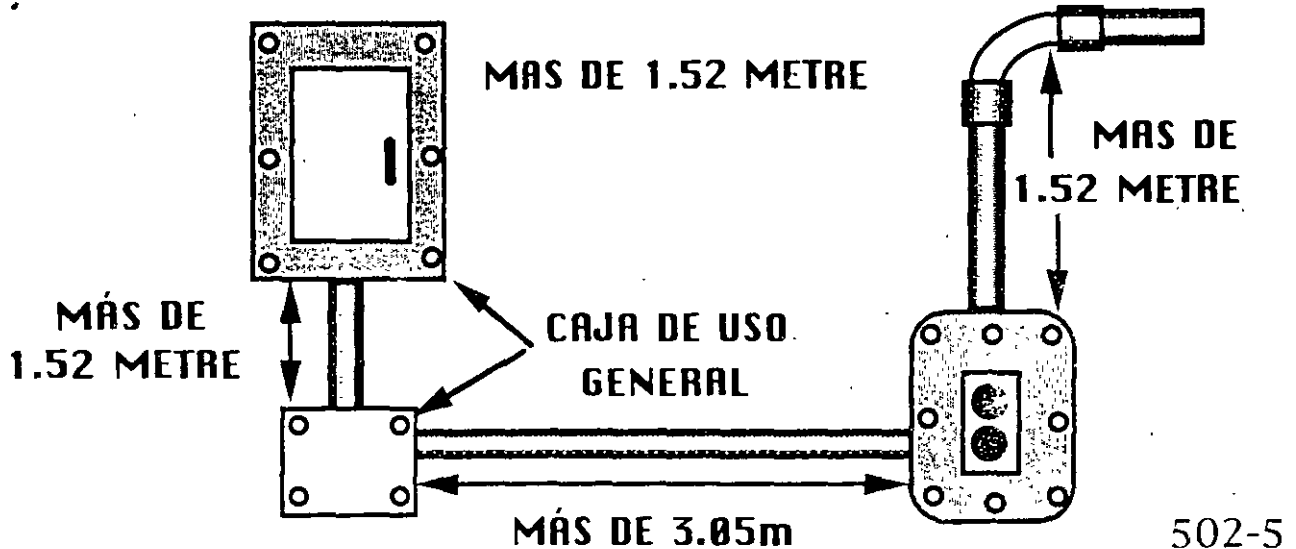
UNO DE LOS MÉTODOS PARA IMPEDIR PASAJE DE POLVO DE UN LOCALIZACIÓN A OTRO.



502-5

CLASS II EQUIPO A PRUEBA DE IGNICIÓN-DE POLVO

NO SE NECESITAN SELLOS CUANDO UN TRAMO VERTICAL DE CANALIZACION ES NO MENOR DE 1.52m (5 FT.) DE LARGO ENTRE A PRUEBA DE IGNICION-DE-POLVO Y LA CAJA.



LOCALIZACIONES (clasificado) PELIGROSAS

ARTICULOS 500 - 504 CONTIENEN LOS REQUISITOS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS EN LUGARES CLASIFICADOS PELIGROSOS.

SI SE APLICA EL ARTÍCULO 505, LA CLASIFICACIÓN DEL LUGAR, LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA, Y LA SELECCIÓN DE EQUIPOS DEBEN ESTAR SUPERVISADAS POR UN INGENIERO PROFESIONAL REGISTRADO.

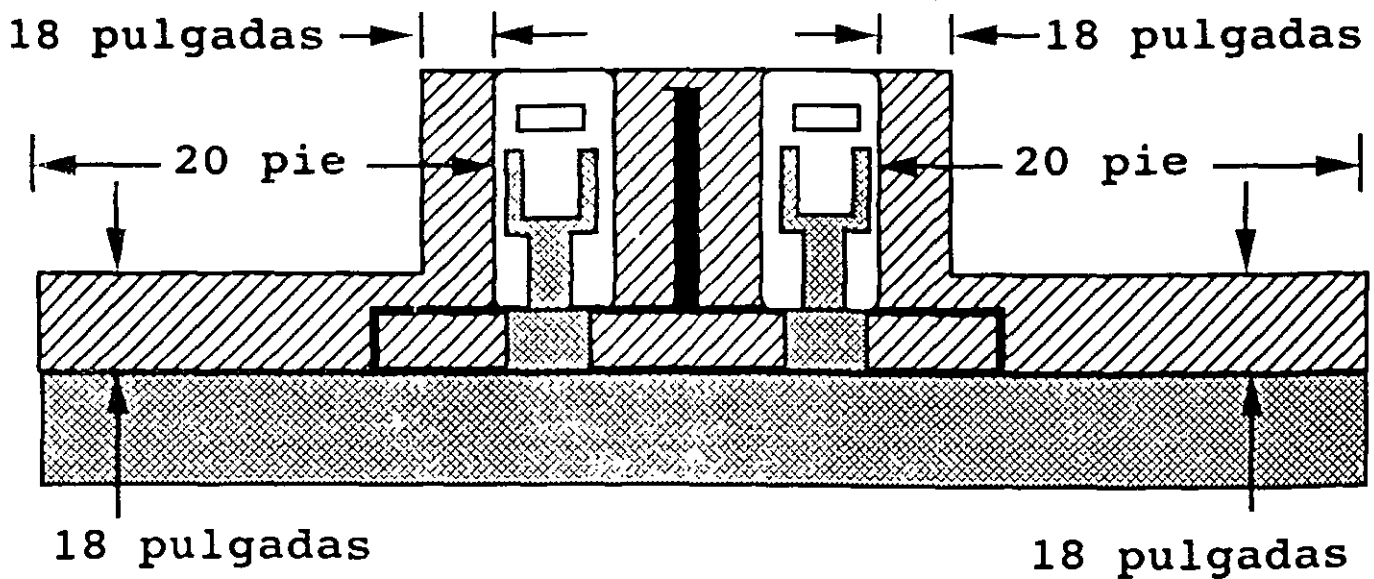
GARAJES COMERCIALES, REPARACIONES Y ALMACENAMIENTO

LOCALIZACIONES DONDE NO SE USA LIQUIDOS VOLITILES, INFLAMABLES NO SON CLASIFICADOS COMO AREAS PELIGROSAS, PERO ESTARAN VENTILADAS ADECUAMENTE PARA DESALOJAR LOS GASES DE ESCAPE DE LOS MOTORES



511-2

DESPACHO DE GASOLINA Y ESTACIONES DE SERVICIO



División 1

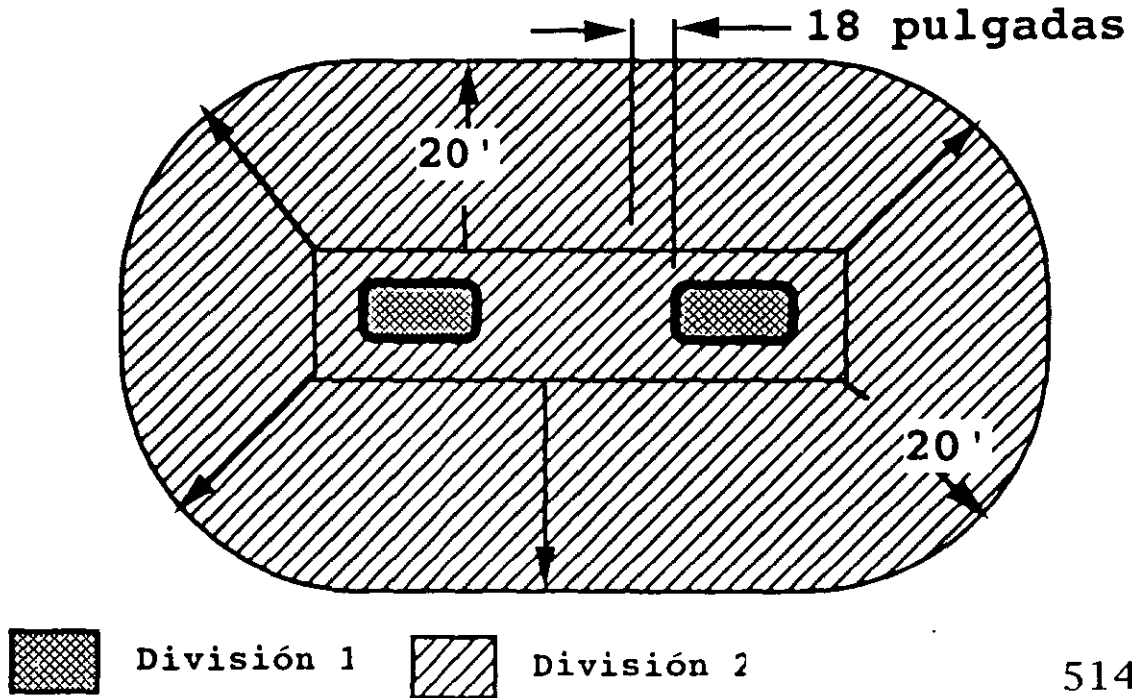


División 2

514-2

DESPACHO DE GASOLINA Y ESTACIONES DE SERVICIO

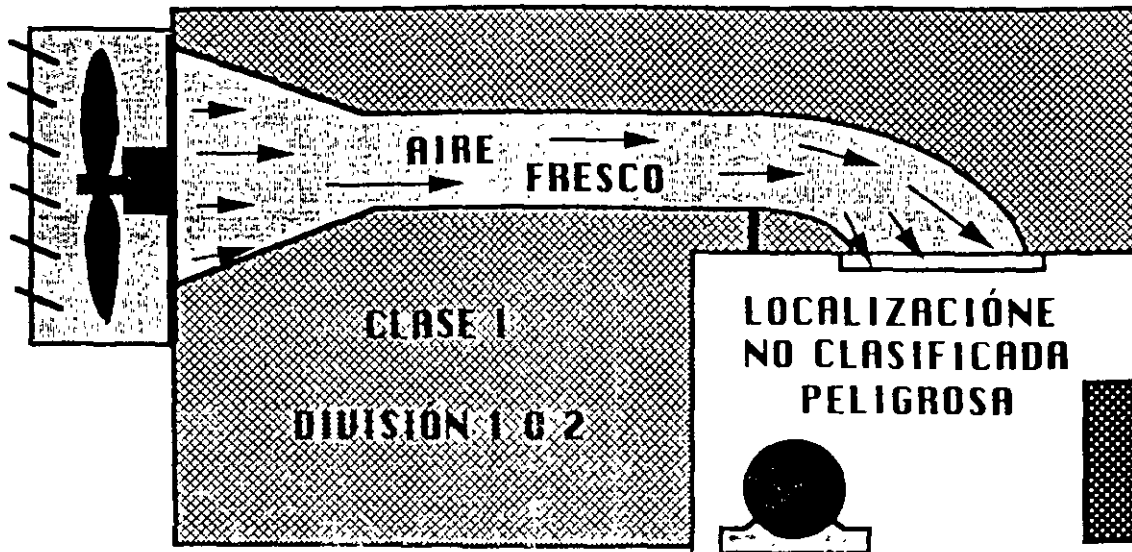
Localizaciones clasificadas adyacentes a los unidad de despacho.



514-2

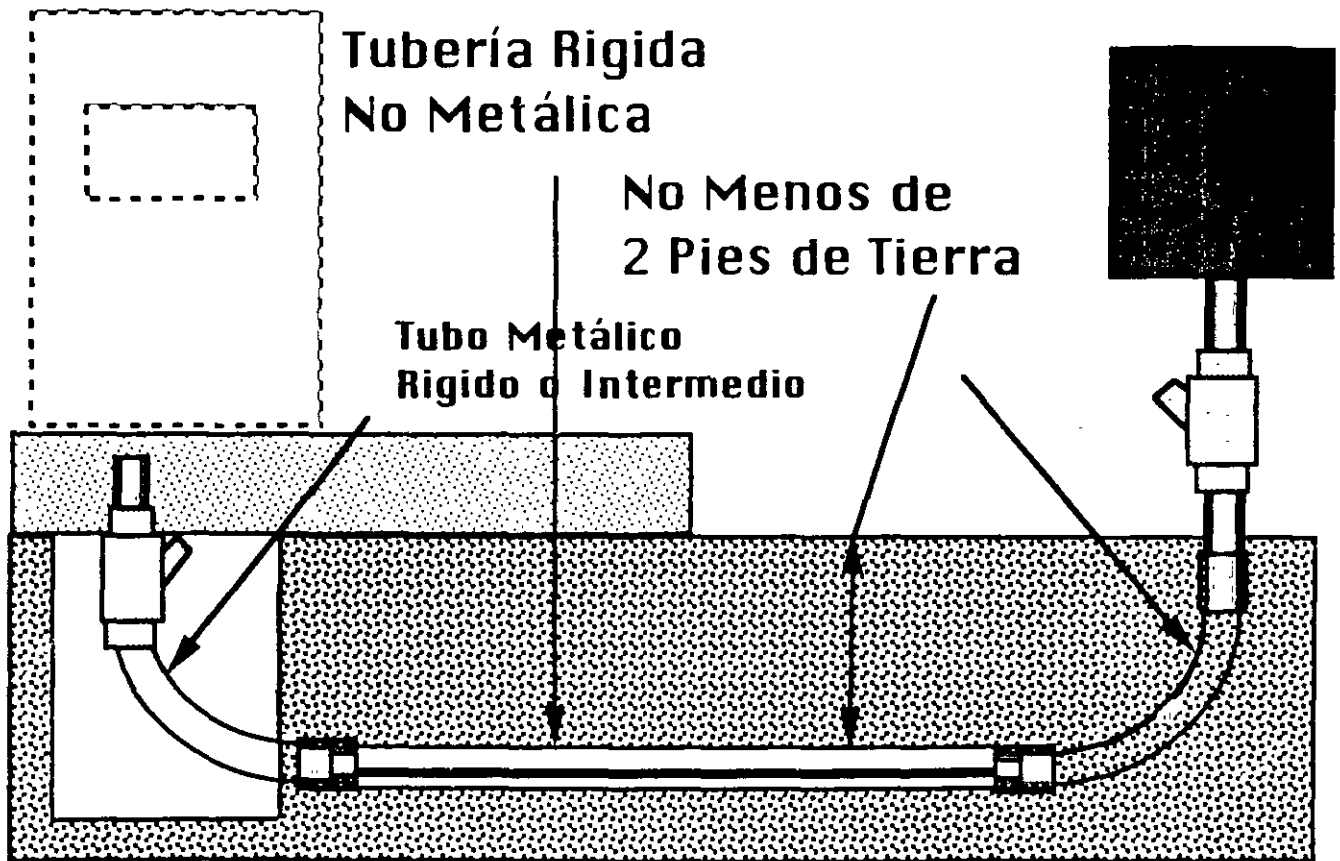
PROTECCIÓN EN LOCALIZACIONES (CLASIFICADAS)

LOCALIZACIONES PURGADO Y A PRECION NO ESTA CLASIFICADA PELIGROSA PORQUE EL ESPACIO ESTA A PRECION CON AIRE SIN VAPORES INFLAMABLE



500-2 FPN 2(NFPA496)

MÉTADOS DE ALAMBRADO - DESPACHO DE GASOLINA



514-8, Ex. 2

Code Digest

Appendix I Gases and Vapors Hazardous Substances Used in Business and Industry

TABLE II

Class I ^a Group	Substance	Auto- ^a Ignition Temp.		Flash** Point		Explosive Limits** Per Cent by Volume		Vapor** Density (Air Equals 1.0)
		°F	°C	°F	°C	Lower	Upper	
C	Acetaldehyde	347	175	-38	-39	4.0	60	1.5
D	Acetic Acid	867	464	103	39	4.0	19.9 @ 200°F	2.1
D	Acetic Anhydride	600	316	120	49	2.7	10.3	3.5
D	Acetone	869	465	-4	-20	2.5	13	2.0
D	Acetone Cyanohydrin	1270	688	165	74	2.2	12.0	2.9
D	Acetonitrile	875	524	42	6	3.0	16.0	1.4
A	Acetylene	581	305	gas	gas	2.5	100	0.9
B(C)	Acrolein (inhibited) ¹	455	235	-15	-26	2.8	31.0	1.9
D	Acrylic Acid	820	438	122	50	2.4	8.0	2.5
D	Acrylonitrile	898	481	32	0	3.0	17	1.8
D	Adiponitrile	—	—	200	93	—	—	—
C	Allyl Alcohol	713	378	70	21	2.5	18.0	2.0
D	Allyl Chloride	905	485	-25	-32	2.9	11.1	2.6
B(C)	Allyl Glycidyl Ether ¹	—	—	—	—	—	—	—
D	Ammonia ²	928	498	gas	gas	15	28	0.6
D	n-Amyl Acetate	680	360	60	16	1.1	7.5	4.5
D	sec-Amyl Acetate	—	—	89	32	—	—	4.5
D	Aniline	1139	615	158	70	1.3	11	3.2
D	Benzene	928	498	12	-11	1.3	7.9	2.8
D	Benzyl Chloride	1085	585	153	67	1.1	—	4.4
B(D)	1,3-Butadiene ¹	788	420	gas	gas	2.0	12.0	1.9
D	Butane	550	288	-76	-60	1.6	8.4	2.0
D	1-Butanol	650	343	98	37	1.4	11.2	2.6
D	2-Butanol	761	405	75	24	1.7 @ 212°F	9.8 @ 212°F	2.6
D	n-Butyl Acetate	790	421	72	22	1.7	7.6	4.0
D	iso-Butyl Acetate	790	421	—	—	—	—	—
D	sec-Butyl Acetate	—	—	88	31	1.7	9.8	4.0
D	t-Butyl Acetate	—	—	—	—	—	—	—
D	n-Butyl Acrylate (inhibited)	559	293	118	48	1.5	9.9	4.4
C	n-Butyl Formal	—	—	—	—	—	—	—
B(C)	n-Butyl Glycidyl Ether ¹	—	—	—	—	—	—	—
D	Butyl Mercaptan	—	—	35	2	—	—	3.1
D	t-Butyl Toluene	—	—	—	—	—	—	—
D	Butylamine	594	312	10	-12	1.7	9.8	2.5
D	Butylene	725	385	gas	gas	1.6	10.0	1.9
D	n-Butyraldehyde	425	218	-8	-22	1.9	12.5	2.5
D	n-Butyric Acid	830	443	161	72	2.0	10.0	3.0
D	Carbon Disulfide	194	90	-22	-30	1.3	50.0	2.6
C	Carbon Monoxide	1128	609	gas	gas	12.5	74.0	1.0
D	Chloroacetaldehyde	—	—	—	—	—	—	—
D	Chlorobenzene	1099	593	82	28	1.3	9.6	3.9
D	1-Chloro-1-Nitropropane	—	—	144	62	—	—	4.3
D	Chloroprene	—	—	-4	-20	4.0	20.0	3.0
D	Cresol	1038-1110	559-599	178-187	81-86	1.1-1.4	—	—
D	Crotonaldehyde	450	232	55	13	2.1	15.5	2.4
D	Cumene	795	424	96	36	0.9	6.5	4.1
D	Cyclohexane	473	245	-4	-20	1.3	8.0	2.9
D	Cyclohexanol	572	300	154	68	—	—	3.5
D	Cyclohexanone	473	245	111	44	1.1 @ 212°F	9.4	3.4
D	Cyclohexene	471	244	<20	<-7	—	—	2.8
D	Cyclopropane	938	503	gas	gas	2.4	10.4	1.5
D	p-Cymene	817	436	117	47	0.7 @ 212°F	5.6	4.6
D	n-Decaldehyde	—	—	—	—	—	—	—
D	n-Decanol	550	288	180	82	—	—	5.5
D	Decene	455	235	<131	<55	—	—	4.84
D	Diacetone Alcohol	1118	603	148	64	1.8	6.9	4.0
D	o-Dichlorobenzene	1198	647	151	66	2.2	9.2	5.1
D	1,1-Dichloroethane	820	438	22	-6	5.6	—	—
D	1,2-Dichloroethylene	860	460	35	2	5.6	12.8	3.4
D	1,1-Dichloro-1-Nitroethane	—	—	168	76	—	—	5.0
D	1,3-Dichloropropene	—	—	95	35	5.3	14.5	3.8
D	Dicyclopentadiene	937	503	90	32	—	—	—
D	Diethyl Benzene	743-842	395-450	133-135	56-57	—	—	4.6
D	Diethyl Ether	320	160	-49	-45	1.9	36.0	2.6
D	Diethylamine	594	312	-9	-23	1.8	10.1	2.5
D	Diethylaminoethanol	—	—	—	—	—	—	—
C	Diethylene Glycol Monobutyl Ether	442	228	172	78	0.85	24.6	5.6
C	Diethylene Glycol Monomethyl Ether	465	241	205	96	—	—	—
D	Di-isobutyl Ketone	745	396	120	49	0.8 @ 200°F	7.1 @ 200°F	4.9
D	Di-isobutylene	736	391	23	-5	0.8	4.8	3.9
D	Di-isopropylamine	600	316	30	-1	1.1	7.1	3.5
D	N,N-Dimethyl Aniline	700	371	145	63	—	—	4.2
D	Dimethyl Formamide	833	455	136	58	2.2 @ 212°F	15.2	2.5
D	Dimethyl Sulfate	370	188	182	83	—	—	4.4
D	Dimethylamine	752	400	gas	gas	2.8	14.4	1.6
D	1,4-Dioxane	356	180	54	12	2.0	22	3.0
D	Dipentene	458	237	113	45	0.7 @ 302°F	6.1 @ 302°F	4.7
D	Di-n-propylamine	570	299	63	17	—	—	3.5
C	Dipropylene Glycol Methyl Ether	—	—	186	86	—	—	5.11
D	Dodecene	491	255	—	—	—	—	—
C	Epichlorohydrin	772	411	88	31	3.8	21.0	3.2
D	Ethane	882	472	gas	gas	3.0	12.5	1.0

**Appendix I
Gases and Vapors
Hazardous Substances Used
in Business and Industry**

Crouse-Hinds

TABLE II

Class I* Group	Substance	Auto-Ignition Temp		Flash** Point		Explosive Limits** Per Cent by Volume		Vapor** Density (Air Equals 1.0)
		°F	°C	°F	°C	Lower	Upper	
D	Ethanol	685	363	55	13	3.3	19	1.6
D	Ethyl Acetate	800	427	24	-4	2.0	11.5	3.0
D	Ethyl Acrylate (inhibited)	702	372	50	10	1.4	14	3.5
D	Ethyl sec-Amyl Ketone	—	—	—	—	—	—	—
D	Ethyl Benzene	810	432	70	21	0.8	6.7	3.7
D	Ethyl Butanol	—	—	—	—	—	—	—
D	Ethyl Butyl Ketone	—	—	115	46	—	—	4.0
D	Ethyl Chloride	966	519	-58	-50	3.8	15.4	2.2
D	Ethyl Formate	851	455	-4	-20	2.8	16.0	2.6
D	2-Ethyl Hexanol	448	231	164	73	0.88	9.7	4.5
D	2-Ethyl Hexyl Acrylate	485	252	180	82	—	—	—
D	Ethyl Mercaptan	572	300	<0	<-18	2.8	18.0	2.1
D	n-Ethyl Morpholine	—	—	—	—	—	—	—
D	2-Ethyl-3-Propyl Acrolein	—	—	155	68	—	—	4.4
D	Ethyl Silicate	—	—	125	52	—	—	7.2
D	Ethylamine	725	385	<0	<-18	3.5	14.0	1.6
D	Ethylene	842	450	gas	gas	2.7	36.0	1.0
D	Ethylene Chlorohydrin	797	425	140	60	4.9	15.9	2.8
D	Ethylene Dichloride	775	413	56	13	6.2	16	3.4
C	Ethylene Glycol	—	—	—	—	—	—	—
C	Monobutyl Ether	460	238	143	62	1.1 @ 200°F	12.7 @ 275°F	4.1
C	Ethylene Glycol	—	—	—	—	—	—	—
C	Monobutyl Ether Acetate	645	340	160	71	0.88 @ 200°F	8.54 @ 275°F	—
C	Ethylene Glycol	—	—	—	—	—	—	—
C	Monoethyl Ether	455	235	110	43	1.7 @ 200°F	15.6 @ 200°F	3.0
C	Ethylene Glycol Monoethyl	—	—	—	—	—	—	—
C	Ether Acetate	715	379	124	52	1.7	—	4.72
D	Ethylene Glycol	—	—	—	—	—	—	—
D	Monomethyl ether	545	285	102	39	1.8 @ STP	14 @ STP	2.6
B(C)	Ethylene Oxide	804	429	-20	-28	3.0	100	1.5
D	Ethylenediamine	725	385	104	40	2.5	12.0	2.1
C	Ethylenimine	608	320	12	-11	3.3	54.8	1.5
C	2-Ethylhexaldehyde	375	191	112	44	0.85 @ 200°F	7.2 @ 275°F	4.4
B	Formaldehyde (Gas)	795	429	gas	gas	7.0	73	1.0
D	Formic Acid (90%a)	813	434	122	50	1.8	57	1.6
B	Fuel and Combustible Process	—	—	—	—	—	—	—
B	Gas (containing more than 30	—	—	—	—	—	—	—
B	percent H ₂ by volume)	—	—	—	—	—	—	—
D	Fuel Oils	410-765	210-407	100-336	38-166	0.7	5	—
C	Furfural	600	316	140	60	2.1	19.3	3.3
C	Furfuryl Alcohol	915	490	167	75	1.8	16.3	3.4
D	Gasoline	536-880	280-471	-36 to -50	-38 to -46	1.2-1.5	7.1-7.6	3.4
D	Heptane	399	204	25	-4	1.05	6.7	3.5
D	Heptene	500	260	<32	<0	—	—	3.39
D	Hexane	437	225	-7	-22	1.1	7.5	3.0
D	Hexanol	—	—	145	63	—	—	3.5
D	2-Hexanone	795	424	77	25	—	8	3.5
D	Hexenes	473	245	<20	<-7	—	—	3.0
D	sec-Hexyl Acetate	—	—	—	—	—	—	—
B	Hydrazine	74-518	23-270	100	38	2.9	9.8	1.1
C	Hydrogen	968	520	gas	gas	4.0	75	0.1
C	Hydrogen Cyanide	1000	538	0	-18	5.6	40.0	0.9
C	Hydrogen Selenide	—	—	—	—	—	—	—
C	Hydrogen Sulfide	500	260	gas	gas	4.0	44.0	1.2
D	Isoamyl Acetate	680	360	77	25	1.0 @ 212°F	7.5	4.5
D	Isoamyl Alcohol	662	350	109	43	1.2	9.0 @ 212°F	3.0
D	Isobutyl Acrylate	800	427	86	30	—	—	4.42
C	Isobutyraldehyde	385	196	-1	-18	1.6	10.6	2.5
C	Isodecaldenylde	—	—	185	85	—	—	5.4
C	Iso-octyl Alcohol	—	—	180	82	—	—	—
C	Iso-octyl Aldehyde	387	197	—	—	—	—	—
D	Isophorone	860	460	184	84	0.8	3.8	—
D	Isoprene	428	220	-65	-54	1.5	8.9	2.4
D	Isopropyl Acetate	860	460	35	2	1.8 @ 100°F	8	3.5
D	Isopropyl Ether	830	443	-18	-28	1.4	7.9	3.5
C	Isopropyl Glycidyl Ether	—	—	—	—	—	—	—
C	Isopropylamine	756	402	35	-37	—	—	2.0
D	Kerosene	410	210	110-162	43-72	0.7	5	—
D	Liquefied Petroleum Gas	761-842	405-450	—	—	—	—	—
D	Manufactured Gas (see	—	—	—	—	—	—	—
D	Fuel and Combustible	—	—	—	—	—	—	—
D	Process Gas)	—	—	—	—	—	—	—
D	Mesityl Oxide	652	344	87	31	1.4	7.2	3.4
D	Methane	999	630	gas	gas	5.0	15.0	0.6
D	Methanol	725	385	52	11	6.0	36	1.1
D	Methyl Acetate	850	454	14	-10	3.1	16	2.8
D	Methyl Acrylate	875	468	27	-3	2.8	25	3.0
D	Methyl Amyl Alcohol	—	—	106	41	1.0	5.5	—
D	Methyl n-Amyl Ketone	740	393	102	39	1.1 @ 151 F	7.9 @ 250 F	3.9
C	Methyl Ether	662	350	gas	gas	3.4	27.0	1.6
D	Methyl Ethyl Ketone	759	404	16	-9	1.7 @ 200 F	11.4 @ 200 F	2.5
D	2-Methyl-5-Ethyl Pyridine	—	—	155	68	1.1	6.6	4.2
C	Methyl Formal	460	238	—	—	—	—	—
D	Methyl Formate	840	449	2	-19	4.5	23	2.1

Code Digest

Appendix I Gases and Vapors Hazardous Substances Used in Business and Industry

TABLE II

Class I* Group	Substance	Auto- Ignition Temp.		Flash** Point		Explosive Limits** Per Cent by Volume		Vapor** Density (Air Equals 1.0)
		°F	°C	°F	°C	Lower	Upper	
D	Methyl Isobutyl Ketone	840	440	64	18	1.2 @ 200°F	8.0 @ 200°F	3.5
D	Methyl Isocyanate	994	534	19	-7	5.3	26	1.97
C	Methyl Mercaptan	—	—	—	—	3.9	21.8	1.7
D	Methyl Methacrylate	792	422	50	10	1.7	8.2	3.6
D	2-Methyl-1-Propanol	780	416	82	28	1.7 @ 123°F	10.6 @ 202°F	2.6
D	2-Methyl-2-Propanol	892	478	52	11	2.4	8.0	2.6
D	alpha-Methyl Styrene	1066	574	129	54	1.9	6.1	—
C	Methylacetylene	—	—	gas	gas	1.7	—	1.4
C	Methylacetylene- Propadiene (stabilized)	—	—	—	—	—	—	—
D	Methylamine	806	430	gas	gas	4.9	20.7	1.0
D	Methylcyclohexane	482	250	25	-4	1.2	6.7	3.4
D	Methylcyclohexanol	565	296	149	65	—	—	3.9
D	o-Methylcyclohexanone	—	—	118	48	—	—	3.9
D	Monoethanolamine	770	410	185	85	—	—	2.1
D	Monoisopropanolamine	705	374	171	77	—	—	2.6
C	Monomethyl Aniline	900	482	185	85	—	—	3.7
C	Monomethyl Hydrazine	382	194	17	-8	2.5	9.2	1.6
C	Morpholine	590	310	98	37	1.4	11.2	3.0
D	Naphtha (Coal Tar)	531	277	107	42	—	—	—
D	Naphtha (Petroleum)*	550	288	<0	<-18	1.1	5.9	2.5
D	Nitrobenzene	900	482	190	88	1.8 @ 200°F	—	4.3
C	Nitroethane	778	414	82	28	3.4	—	2.6
C	Nitromethane	785	418	95	35	7.3	—	2.1
C	1-Nitropropane	789	421	96	36	2.2	—	3.1
C	2-Nitropropane	802	428	75	24	2.6	11.0	3.1
D	Nonane	401	205	88	31	0.8	2.9	4.4
J	Nonene	—	—	78	26	—	—	4.35
J	Nonyl Alcohol	—	—	165	74	0.8 @ 212°F	6.1 @ 212°F	5.0
D	Octane	403	206	56	13	1.0	6.5	3.9
D	Octene	446	230	70	21	—	—	3.9
D	n-Octyl Alcohol	—	—	178	81	—	—	4.5
D	Pentane	470	243	<-40	<-40	1.5	7.8	2.5
D	1-Pentanol	572	300	91	33	1.2	10.0 @ 212°F	3.0
D	2-Pentanone	846	452	45	7	1.5	8.2	3.0
D	1-Pentene	527	275	0	-18	1.5	8.7	2.4
D	Phenyldiazine	—	—	190	88	—	—	—
D	Propane	842	450	gas	gas	2.1	9.5	1.6
D	1-Propanol	775	413	74	23	2.2	13.7	2.1
D	2-Propanol	750	399	53	12	2.0	12.7 @ 200°F	2.1
D	Propiolactone	—	—	165	74	2.9	—	2.5
C	Propionaldehyde	405	207	-22	-30	2.6	17	2.0
D	Propionic Acid	870	466	126	52	2.9	12.1	2.5
D	Propionic Anhydride	545	285	145	63	1.3	9.5	4.5
C	n-Propyl Acetate	842	450	55	13	1.7 @ 100°F	8	3.5
D	n-Propyl Ether	419	215	70	21	1.3	7.0	3.53
B	Propyl Nitrate	347	175	68	20	2	100	—
D	Propylene	851	455	gas	gas	2.0	11.1	1.5
D	Propylene Dichloride	1035	557	60	16	3.4	14.5	3.9
B(C)	Propylene Oxide	840	449	-35	-37	2.3	36	2.0
D	Pyridine	900	482	68	20	1.8	12.4	2.7
D	Styrene	914	490	88	31	0.9	6.8	3.6
C	Tetrahydrofuran	610	321	6	-14	2.0	11.8	2.5
D	Tetrahydronaphthalene	725	385	160	71	0.8 @ 212°F	5.0 @ 302°F	4.6
C	Tetramethyl Lead	—	—	100	38	—	—	6.5
D	Toluene	896	480	40	4	1.1	7.1	3.1
D	Tridecene	—	—	—	—	—	—	—
C	Trimethylamine	480**	249**	16	-9	1.2	8.0	3.5
D	Trimethylbenzene	—	—	181	83	—	—	5.6
D	Tripropylamine	—	—	105	41	—	—	4.9
D	Turpentine	488	253	95	35	0.8	—	—
D	Undecene	—	—	—	—	—	—	—
C	Unsymmetrical Dimethyl Hydrazine (UDMH)	480	249	5	-15	2	95	2.0
C	Valeraldehyde	432	222	54	12	—	—	3.0
D	Vinyl Acetate	756	402	18	-8	2.6	13.4	3.0
D	Vinyl Chloride	882	472	-108.4	-78	3.6	33.0	2.2
D	Vinyl Toluene	921	494	127	53	0.8	11.0	4.1
D	Vinylidene Chloride	1058	570	-19	-28	6.5	15.5	3.4
D	Xylenes	867-984	464-529	81-90	27-32	10-11	7.0	3.7

If equipment is isolated by sealing all conduit 1/2 in. or larger, in accordance with Section 501-5(a) of NFPA 70, *National Electrical Code*, equipment for the group classification shown in parentheses is permitted.

*For classification of areas involving Ammonia, see *Safety Code for Mechanical Refrigeration*, ANSI/ASHRAE 15, and *Safety Requirements for the Storage and Handling of Anhydrous Ammonia*, ANSI/CGA G2.1.

**Certain chemicals may have characteristics that require safeguards beyond those required for any of the above groups. Carbon disulfide is one of these chemicals because of its low autoignition temperature and the small joint clearance to arrest its flame propagation.

*Petroleum Naphtha is a saturated hydrocarbon mixture whose boiling range is 20° to 135°C. It is also known as benzene, ligroin, petroleum ether, and naphtha.

*Data from NFPA 497M-1991, *Classification of Gases, Vapors, and Dusts for Electrical Equipment in Hazardous (Classified) Locations*.

**Data from NFPA 325M-1991, *Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases, and Volatile Solids*.

**Appendix II
Dusts
Hazardous Substances Used
in Business and Industry**

Crouse-Hinds

TABLE III

Class II, Group E	Minimum Cloud or Layer Ignition Temp. ¹		Class II, Group G (cont'd)	Minimum Cloud or Layer Ignition Temp.	
	°F	°C		°F	°C
Material²					
Aluminum, atomized collector fines	1022	CI	Pectin	392	200
Aluminum, A422 flake	608		Potato Starch, Dextrinated	824	NL 440
Aluminum — cobalt alloy (60-40)	1058		Pyrethrum	410	210
Aluminum — copper alloy (50-50)	1526		Rauwolfia Vomitoria Root	446	230
Aluminum — lithium alloy (15% Li)	752		Rice	428	220
Aluminum — magnesium alloy (Dowmetal)	806	CI	Rice Bran	914	NL 490
Aluminum — nickel alloy (58-42)	1004		Rice Hull	428	220
Aluminum — silicon alloy (12% Si)	1238	NL	Safflower Meal	410	210
Boron, commercial-amorphous (85% B)	752		Soy Flour	374	190
Calcium Silicide	1004		Soy Protein	500	260
Chromium (97%) electrolytic, milled	752		Sucrose	662	CI 350
Ferromanganese medium carbon	554		Sugar Powdered	698	CI 370
Ferrosilicon (88% 9% Fe)	1472		AGRICULTURAL DUSTS		
Ferrotitanium (19% Ti, 74 1% Fe, 0 06% C)	698	CI	Tung, Kernels Oil-Free	464	240
Iron, 98%, H ₂ , reduced	554		Walnut Shell Black	428	220
Iron, 99% Carbonyl	590		Wheat	428	220
Magnesium, Grade B milled	806		Wheat Flour	680	360
Manganese	464		Wheat Gluten, gum	968	NL 520
Silicon, 96%, milled	1436	CI	Wheat Starch	716	NL 380
Tantalum	572		Wheat Straw	428	220
Thorium, 1 2%, O ₂	518	CI	Woodbark Ground	482	250
Tin, 96%, atomized (2% Pb)	806		Wood Flour	500	260
Titanium, 99%	626	CI	Yeast Torula	500	260
Titanium Hydride, (95% Ti, 3.8% H ₂)	896	CI			
Vanadium, 86.4%	914		CHEMICALS		
Zirconium Hydride, (93.6% Zr, 2.1% H ₂)	518		Acetoacetanilide	824	M 440
			Acetoacet-p-phenetidine	1040	NL 560
Class II, Group F			Adipic Acid	1022	M 550
CARBONACEOUS DUSTS			Anthranilic Acid	1076	M 580
Asphalt (Blown Petroleum Resin)	950	CI	Aryl-nitrosomethylamide	914	NL 490
Charcoal	356		Azelaic Acid	1130	M 610
Coal, Kentucky Bituminous	356		2,2-Azo-bis-butyronitrile	662	350
Coal, Pittsburgh Experimental	338		Benzoic Acid	824	M 440
Coal, Wyoming	—		Benzotriazole	824	M 440
Gilsonite	932		Bisphenol-A	1058	M 570
Lignite, California	356		Chloroacetoacetanilide	1184	M 640
Pitch, Coal Tar	1310	NL	Diallyl Phthalate	896	M 480
Pitch, Petroleum	1166	NL	Dicumyl Peroxide (suspended on CaCO ₃ , 40-60)	356	180
Slate, Oil	—		Dicyclopentadiene Dioxide	788	NL 420
			Dihydroacetic Acid	806	NL 430
Class II, Group G			Dimethyl Isophthalate	1076	M 580
AGRICULTURAL DUSTS			Dimethyl Terephthalate	1058	M 570
Aitaiia Meal	392	200	3,5-Dinitrobenzoic Acid	860	NL 460
Almond Shell	392	200	Dinitrotoluamide	932	NL 500
Apricot Pit	446	230	Diphenyl	1166	M 630
Cellulose	500	260	Tertiary Butyl Paracresol	878	NL 470
Cherry Pit	428	220	Ethyl Hydroxyethyl Cellulose	734	NL 390
Cinnamon	446	230	Fumaric Acid	968	M 520
Citrus Peel	518	270	Hexamethylene Tetramine	770	S 410
Cocoa Bean Shell	696	370	Hydroxyethyl Cellulose	770	NL 410
Cocoa natural 19% fat	464	240	Isotonic Anhydride	1292	NL 700
Coconut Shell	428	220	Methionine	680	360
Corn	482	250	Nitrosoamine	518	NL 270
Corn cob Grit	464	240	Para-oxy-benzaldehyde	716	CI 380
Corn Dextrine	696	370	Paraphenylene Diamine	1148	M 620
Cornstarch commercial	626	330	Parateritary Butyl Benzoic Acid	1040	M 560
Cornstarch modified	392	200	Pentaerythritol	752	M 400
Corn	410	210	Phenylbetanaphthylamine	1256	NL 680
Cottonseed Meal	392	200	Phthalic Anhydride	1202	M 650
Cube Root, South Amer.	446	230	Phthalimide	1166	M 630
Flax Shive	446	230	Salicylanilide	1130	M 610
Garlic, dehydrated	680	NL	Sorbic Acid	860	460
Guar Seed	932	NL	Stearic Acid, Aluminum Salt	572	300
Gum Arabic	500	260	Stearic Acid, Zinc Salt	950	M 510
Gum Karaya	464	240	Sulfur	428	220
Gum Manilla (copah)	680	CI	Terephthalic Acid	1256	NL 680
Gum Tragacanth	500	260	DRUGS		
Hemp Hurd	428	220	2-Acetylamine-5-nitrothiazole	842	450
Lycoperium	590	310	2-Amino-5-nitrothiazole	860	460
Malt Barley	482	250	Aspirin	1220	M 660
Milk, Skimmed	392	200	Galassonic Acid, Diacetone	788	NL 420
Pea Flour	500	260	Mannitol	860	M 460
Peach Pit Shell	410	210	Nitropryridone	806	M 430
Peanut Hull	410	210	1-Sorbose	698	M 370
Peat, Sphagnum	464	240	Vitamin B1 monohydrate	680	NL 360
Peanut Nut Shell	410	210	Vitamin C, Ascorbic Acid	536	280

Code Digest

Appendix II Dusts Hazardous Substances Used in Business and Industry

TABLE III

Class II, Group G (cont'd)	Minimum Cloud or Layer Ignition Temp.	
	°F	°C
DYES, PIGMENTS, INTERMEDIATES		
Beta-naphthalene-azo-Dimethylaniline	347	175
Green Base Harmon Dye	347	175
Red Dye Intermediate	347	175
Violet 200 Dye	347	175
PESTICIDES		
Benzethonium Chloride	716	CI 380
Bis(2-Hydroxy-5-chlorophenyl) methane	1058	NL 570
Crag No. 974	590	CI 310
Deidrin (20%)	1022	NL 550
2,6-Ditertiary-butyl-paracresol	788	NL 420
Termane	356	180
Terbam	302	150
Manganese Vancide	248	120
" "	284	140
" "	446	230
" - Trithobis (N,N-Dimethylthio-formamide)	446	230
THERMOPLASTIC RESINS AND MOLDING COMPOUNDS		
<u>Acetal Resins</u>		
Acetal, Linear (Polyformaldehyde)	824	NL 440
<u>Acrylic Resins</u>		
Acrylamide Polymer	464	240
Acrylonitrile Polymer	860	460
Acrylonitrile-Vinyl Pyridine Copolymer	464	240
Acrylonitrile-Vinyl Chloride-Vinylidene Chloride Copolymer (70-20-10)	410	210
Methyl Methacrylate Polymer	824	NL 440
Methyl Methacrylate-Ethyl Acrylate Copolymer	896	NL 480
Methyl Methacrylate-Ethyl Acrylate-Styrene Copolymer	824	NL 440
Methyl Methacrylate-Styrene-Butadiene-Acrylonitrile Copolymer	896	NL 480
Methacrylic Acid Polymer	554	290
<u>Cellulosic Resins</u>		
Cellulose Acetate	644	340
Cellulose Triacetate	806	NL 430
Cellulose Acetate Butyrate	698	NL 370
Cellulose Propionate	860	NL 460
Ethyl Cellulose	608	CI 320
Methyl Cellulose	644	340
Carboxymethyl Cellulose	554	290
Hydroxyethyl Cellulose	644	340
<u>Chlorinated Polyether Resins</u>		
Chlorinated Polyether Alcohol	860	460
<u>Nylon (Polyamide) Resins</u>		
Nylon Polymer (Polyhexa-methylene Adipamide)	836	430
<u>Polycarbonate Resins</u>		
Polycarbonate	1310	NL 710
<u>Polyethylene Resins</u>		
Polyethylene High Pressure Process	716	380
Polyethylene Low Pressure Process	788	NL 420
Polyethylene Wax	752	NL 400
<u>Polymethylene Resins</u>		
Carboxypolymethylene	968	NL 520

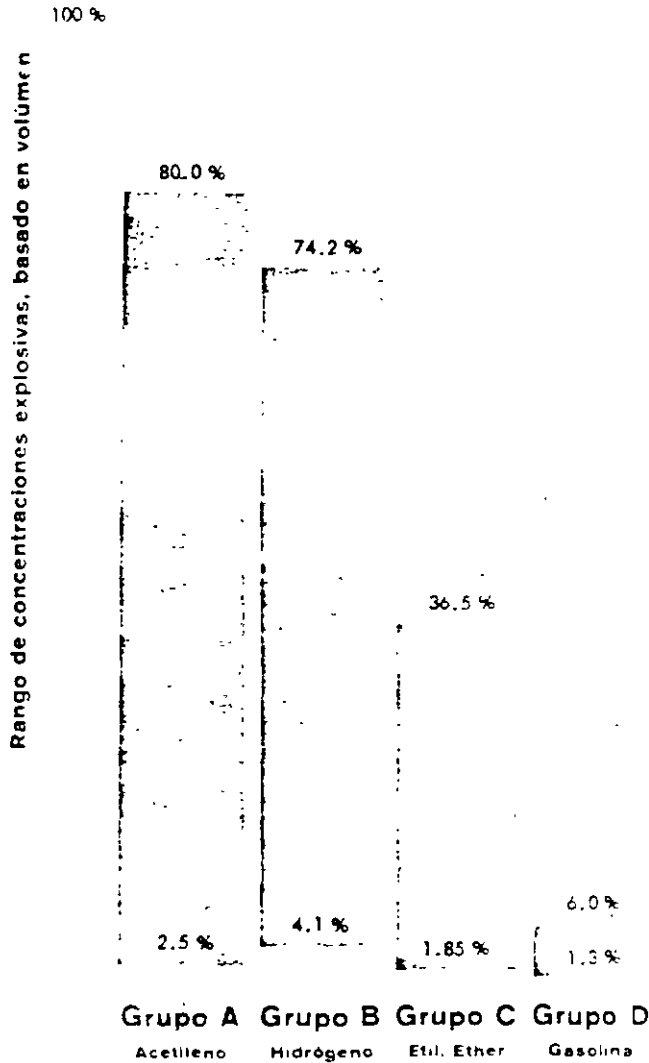
Normally, the minimum ignition temperature of a layer of a specific dust is lower than the minimum ignition temperature of a cloud of that dust. Since this is not universally true, the lower of the two minimum ignition temperatures is listed. If no symbol appears between the two temperature columns, then the layer ignition temperature is shown. "CI" means the cloud ignition temperature is shown. "NL" means that no layer ignition temperature is available and the cloud ignition temperature is shown. "M" signifies that the dust layer melts before it ignites; the cloud ignition temperature is shown. "S" signifies that the dust layer sublimates before it ignites; the cloud ignition temperature is shown.

Class II, Group G (cont'd)	Minimum Cloud or Layer Ignition Temp.	
	°F	°C
THERMOPLASTIC RESINS AND MOLDING COMPOUNDS		
<u>Polypropylene Resins</u>		
Polypropylene (No Antioxidant)	788	NL 420
<u>Rayon Resins</u>		
Rayon (Viscose) Flock	482	250
<u>Styrene Resins</u>		
Polystyrene Molding Compd	1040	NL 560
Polystyrene Latex	932	500
Styrene-Acrylonitrile (70-30)	932	NL 500
Styrene-Butadiene Latex (>75% Styrene, Alum Coagulated)	824	NL 440
<u>Vinyl Resins</u>		
Polyvinyl Acetate	1022	NL 550
Polyvinyl Acetate/Alcohol	824	440
Polyvinyl Butyral	734	NL 390
Vinyl Chloride-Acrylonitrile Copolymer	878	470
Polyvinyl Chloride-Dioctyl Phthalate Mixture	608	NL 320
Vinyl Toluene-Acrylonitrile Butadiene Copolymer	936	NL 530
THERMOSETTING RESINS AND MOLDING COMPOUNDS		
<u>Allyl Resins</u>		
Allyl Alcohol Derivative (CR-39)	932	NL 500
<u>Amino Resins</u>		
Urea Formaldehyde Molding Compound	860	NL 460
Urea Formaldehyde-Phenol Formaldehyde Molding Compound (Wood Floor Filler)	464	240
<u>Epoxy Resins</u>		
Epoxy	1004	NL 540
Epoxy - Bisphenol A	950	NL 510
Phenol Furfural	590	310
<u>Phenolic Resins</u>		
Phenol Formaldehyde	1076	NL 580
Phenol Formaldehyde Molding Compd (Wood Flour Filler)	932	NL 500
Phenol Formaldehyde Polyalkylene-Polyamine Modified	554	290
<u>Polyester Resins</u>		
Polyethylene Terephthalate	932	NL 500
Styrene Modified Polyester-Glass Fiber Mixture	680	360
<u>Polyurethane Resins</u>		
Polyurethane Foam, No Fire Retardant	824	440
Polyurethane Foam, Fire Retardant	734	390
SPECIAL RESINS AND MOLDING COMPOUNDS		
Alkyl Ketone Dimer Sizing Compound	320	160
Cashew Oil, Phenolic, Hard	356	180
Chlorinated Phenol	1058	NL 570
Cumatione-Indene Hard	968	NL 520
Ethylene Oxide Polymer	662	NL 350
Ethylene-Maleic Anhydride Copolymer	1004	NL 540
Lignin Hydrolyzed Wood-Type Fines	842	NL 450
Petrin Acrylate Monomer	428	NL 220
Petroleum Resin (Blown Asphalt)	932	500
Rosin DK	734	NL 390
Rubber Crude Hard	662	NL 350
Rubber Synthetic, Hard (33% S)	608	NL 320
Shellac	752	NL 400
Sodium Resinate	428	220
Styrene - Maleic Anhydride Copolymer	878	CI 470

Certain metal dusts may have characteristics that require safeguards beyond those required for atmospheres containing the dusts of aluminum, magnesium, and their commercial alloys. For example, zirconium, thorium, and uranium dusts have extremely low ignition temperatures (as low as 20°C) and minimum ignition energies lower than any material classified in any of the Class I or Class II groups.

Clasificación de áreas en donde hay peligro de explosión - Tabla I

Límites de explosividad Superior e Inferior



Clase I - Atmosferas peligrosas

Grupo A

Acetileno

Grupo B

Hidrogeno, gases o vapores de peligrosidad similar tales como gases fabricados

Grupo C

Etil, Ether, Etileno, Ciclopropano

Grupo D

Gasolina, Hexano, Nafta, Bencina, Butano, Propano, Alcohol, Acetona, Bencol, Vapores del Solvente de Laca, Gas natural

Clase II - Polvos combustibles

Grupo E

Polvo metálico, incluso de Aluminio o Magnesio y otras aleaciones comerciales.

Grupo F

Carbón negro, Antracita o polvo de Coque

Grupo G

Harina, Almidón, polvo de granos

tenido en la parte superior del aire. En el caso de hidrogeno usado en todas las cerradas, como su densidad de vapor es muy baja, las atmósferas más peligrosas se encuentran en la parte alta del local.

Clasificación de Areas del American Petroleum Institute

El American Petroleum Institute ha preparado la norma API RP 200 para determinar las clasificaciones de áreas para el trabajo eléctrico. Esta norma clasifica las áreas en función de la explosividad de los gases y vapores que se encuentran en ellas. El trabajo eléctrico en estas áreas debe ser considerado como un trabajo peligroso. El trabajo eléctrico en estas áreas debe ser considerado como un trabajo peligroso.

El trabajo eléctrico en estas áreas debe ser considerado como un trabajo peligroso. El trabajo eléctrico en estas áreas debe ser considerado como un trabajo peligroso.

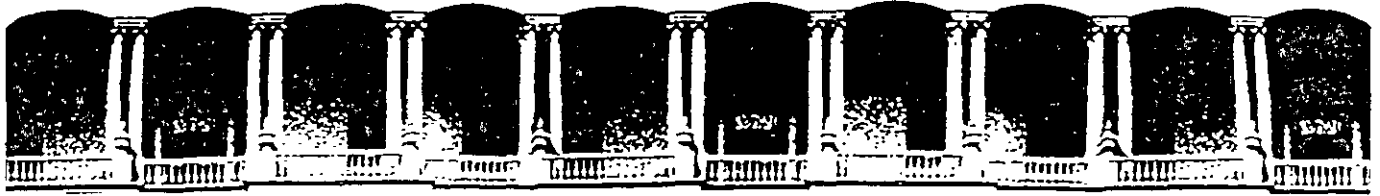
El trabajo eléctrico en estas áreas debe ser considerado como un trabajo peligroso. El trabajo eléctrico en estas áreas debe ser considerado como un trabajo peligroso.

Fuentes de Ignición

Toda la que se necesita para producir una explosión cuando existen atmósferas inflamables o polvos combustibles en la proporción adecuada. Cualquier fuente de energía.

Una de las principales fuentes de ignición es la electricidad. Equipos eléctricos que se encuentran en estas áreas, como motores, bombas, enchufes, interruptores, pueden producir arcos o chispas en operación normal cuando el contacto se abre o cuando se cierra. Esto fácilmente puede causar la ignición.

Los cigarrillos encendidos de peligro de explosión de las atmósferas inflamables pueden producir arcos o chispas cuando se encienden. La temperatura de la superficie puede exceder los límites de inflamabilidad de muchos atmósferas inflamables. Un factor de riesgo es el uso de herramientas que producen chispas cuando se golpean o rascan.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
BAJO LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM - 001 - SEMP - 1994
(PARTE 2)**

TEMA:

CAPITULO "V"

LUGARES CLASIFICADOS COMO PELIGROSOS

**EXPOSITOR: ING. EDGAR REYES GALBEATI
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 1999**

ARTICULO 500 - LUGARES CLASIFICADOS COMO PELIGROSOS.

500-1. Alcance. Artículo 500 a 504.

Los Artículos 500 a 504 contemplan los requisitos para equipo eléctrico y alambrado, para todas las tensiones, en lugares donde pueda existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvo combustible o fibras inflamables o dispersas en el aire.

500-2. Ubicación y requisitos generales.

Los ambientes son clasificados dependiendo de las propiedades de los vapores, líquidos o gases inflamables, o de polvos o fibras combustibles que pueden estar presentes, así como la posibilidad de que estén presentes en cantidades o concentraciones inflamables o combustibles. Cuando materiales pirofóricos son los únicos materiales usados o manipulados, estos lugares no deben ser clasificados.

Cada cuarto, sección o área debe ser considerada individualmente al determinar su clasificación.

Excepción. Con excepción de las modificaciones de los Artículos 500 al 504, todas las demás reglas de estas normas deben ser aplicadas a equipos eléctricos y alambrado instalado en lugares clasificados como peligrosos.

Nota: 1. Para recordar el significado que se da en estos artículos a las definiciones "Certificado" y "a prueba de explosión", véase el artículo 100; en la Sección 502-1 se define "A prueba de ignición de polvo".

El equipo y el alambrado correspondiente, certificados como intrínsecamente seguros, deben permitirse que sean instalados en cualquier lugar (clasificado) peligroso, para el cual estén certificados, y las reglas de los Artículos 501 al 503 y del 510 al 516 no se consideran aplicables para dichas instalaciones, excepto lo requerido por el Artículo 504.

El alambrado y los circuitos intrínsecamente seguros deben estar separados físicamente del alambrado de otros circuitos que no sean intrínsecamente seguros. Se deben tomar las medidas necesarias para prevenir y minimizar el paso de gases y vapores.

La instalación de los equipos intrínsecamente seguros y su alambrado deben estar de acuerdo con los requerimientos del Artículo 504.

Nota: 2- Ejerciendo un juicio apropiado durante el diseño de las instalaciones eléctricas para lugares clasificados como peligrosos, es frecuentemente posible situar la mayoría del equipo en lugares menos peligrosos y, por lo tanto, reducir la cantidad de equipos especiales requeridos. En algunos casos pueden reducirse los peligros o limitar los lugares clasificados como peligrosos, o eliminarlos, por medio de un adecuado sistema de ventilación de presión positiva con tomas de aire desde una fuente de aire limpio, conjuntamente con un dispositivo eficiente para evitar fallas de ventilación.

Todos los tubos rígidos a los que aquí se hace referencia, deben ser roscados con una tarraja de corte normalizado con un dado que proporcione una rosca con una conicidad de 19 mm por cada 305 mm de cuerda. Este tubo rígido debe ser apretado con llaves para minimizar la producción de chispas en caso de que una corriente de falla fluya por el sistema de canalización. Cuando no sea posible hacer la unión roscada apretada, debe utilizarse un puente de unión.

500-3. Precauciones especiales.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Los Artículos 500 al 504, requieren que la construcción del equipo y de la instalación garanticen un funcionamiento seguro bajo condiciones de uso y mantenimiento adecuados.

Nota: Las condiciones de bajas temperaturas ambientales requieren una consideración especial. El equipo a prueba de explosión o a prueba de ignición de polvo puede no ser apropiado para usarse en temperaturas menores de -25°C , a menos que este certificado para servicio en bajas temperaturas. Sin embargo, a bajas temperaturas ambientales, concentraciones inflamables de vapores pueden no existir en lugares clasificados Clase I División 1, en temperaturas ambientales normales.

Con el propósito de ensayar, aprobar y clasificar un área, se han agrupado varias mezclas con aire (no enriquecidas con oxígeno) las cuales serán agrupadas de acuerdo a las Secciones 500-3 (a) y 500-3 (b).

Excepción. Equipo certificado para un gas vapor o polvo específico.

Nota: Esta agrupación está basada en las características de los materiales. El equipo que ha sido aprobado y probado, está disponible para usarse en los varios grupos de atmósfera

(a) **Clasificación por grupos Clase I.** Los grupos Clase I deben ser los siguientes.

- (1) **Grupo A:** Atmósferas que contengan acetileno.
- (2) **Grupo B:** Atmósferas que contengan hidrógeno, combustibles y procesos de gases combustibles que contengan más del 30% de hidrógeno en volumen, o gases o vapores de peligrosidad equivalente

Excepción No.1 El equipo para grupo D puede ser usado en atmósferas que contengan butadieno, si tal equipo está aislado de acuerdo con la Sección 501-5 (a), sellando toda tubería de 13 mm o de mayor diámetro.

Excepción No.2 El equipo para grupo C puede ser usado en atmósferas conteniendo óxido etileno, óxido propileno y acroleína, si el equipo está aislado de acuerdo con la Sección 501-5 (a) por el sellado de toda la tubería de 13 mm o de mayor diámetro

- (3) **Grupo C:** Atmósferas tales como éter etílico, etileno, o gases o vapores de peligrosidad equivalente.
- (4) **Grupo D:** Atmósferas tales como acetona, amoníaco benceno, butano, ciclopropano, etanol, gasolina, hexano, metanol, metano, gas natural, nafta, propano, o gases, o vapores de peligrosidad equivalente.

Excepción: Para atmósferas que contengan amoníaco, la autoridad de esta norma tiene la jurisdicción de reclasificar el lugar a lugar menos peligroso o lugar no peligroso.

Nota: 1. Las características de explosión de la mezcla de aire con gases o vapores, varían de acuerdo al tipo de material involucrado. Para lugares Clase I, Grupos A, B, C y D, la clasificación involucra las determinaciones de la máxima presión de explosión y la máxima distancia de seguridad entre las juntas de unión de la envolvente

Entonces, es necesario, que el equipo este certificado no solamente para esta clase, sino también para un grupo específico de gas o vapor que pueda estar presente

Nota: 2. Algunas atmósferas químicas pueden tener características que requieren salvaguardas mayores, que aquellas requeridas por cualquiera de los grupos antes mencionados. El bisulfuro de carbono es uno de estos productos químicos, debido a su baja temperatura de ignición (100°C) y al pequeño claro de junta permitido para detener su flama.

(b) **Clasificación por grupo Clase II.** Los grupos Clase II deben ser los siguientes.

- (1) **Grupo E:** Atmósferas que contengan polvos metálicos combustibles, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales y otros polvos combustibles, donde el número de partículas, de abrasivos y conductividad, presenten peligro similar en la utilización del equipo eléctrico.

Nota: Ciertos polvos metálicos pueden tener características que requieren salvaguardas

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

mayores, a aquellas para atmósferas que contienen polvos de aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales. Por ejemplo, los polvos de circonio, torio y uranio tienen temperaturas de ignición extremadamente bajas (tan bajas como 20°C) y las energías mínimas de ignición menores que cualquier otro material clasificado en cualquiera de los grupos de Clase I o de Clase II.

(2) **Grupo F:** Atmósferas que contienen polvos de carbón combustibles, incluyendo carbón negro, carbón mineral, carbón o coque, con más del 8% del total de los materiales volátiles, o polvos sensibilizados por otros materiales, de forma que aquellos presenten un peligro de explosión.

(3) **Grupo G:** Atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los grupos E o F, incluyendo flúor, granos, madera, plástico y químicos

Nota 1: Las características de explosión de las mezclas de aire con polvo, varían de acuerdo a los materiales involucrados. Para lugares Clase II, grupos E, F y G, la clasificación involucra el apriete de las juntas de unión y abertura entre la flecha y buje para prevenir la entrada de polvos en envolventes a prueba de ignición de polvo, los efectos, generalmente de las capas de polvo sobre el equipo, pueden causar sobrecalentamiento y la temperatura de ignición del polvo. Entonces, es necesario, que el equipo sea certificado no solamente para esta clase, sino también para un grupo específico cuando se presente el polvo

(c) **Certificación para clases y propiedades.** Los equipos deben ser certificados no sólo para la clase de lugar, sino también para las propiedades explosivas, combustibles o inflamables del gas, específico, vapor, polvo, fibra o partículas en suspensión que estén presentes. Además, el equipo Clase I no debe tener ninguna superficie expuesta que opere a una temperatura que exceda de la temperatura de ignición del gas específico o vapor.

El equipo Clase II no debe tener una temperatura externa más alta que la especificada en la Sección 500-3(f).

El equipo Clase III no debe exceder las temperaturas máximas superficiales especificadas en la Sección 503-1.

El equipo certificado para un lugar clasificado como División 1 puede ser instalado en un lugar clasificado como División 2 de la misma clase y grupo.

Los equipos de uso general, o los equipos en envolventes de uso general permitidos en los Artículos 501 al 503, se pueden instalar en lugares División 2, si el equipo, bajo condiciones normales de operación no constituye una fuente de ignición.

A menos que se especifique, otra cosa, se debe asumir que las condiciones normales de operación para motores se valoran como condiciones constantes a plena carga.

Cuando hay o pueda haber gases inflamables o polvos combustibles al mismo tiempo, la presencia simultánea de ambos debe considerarse en el momento de determinar la temperatura segura de funcionamiento del equipo eléctrico

Nota: Las características de las distintas mezclas atmosféricas de gases, vapores y polvos dependen del material específico involucrado.

(d) **Marcado.** Los equipos certificados se deben marcar para indicar la clase, el grupo y la temperatura de operación o rango de temperatura con referencias a una temperatura ambiente de 40°C.

En caso de que se proporcione el rango de temperatura de operación del equipo, éste debe ser indicado por medio de los números de identificación, como se muestra en la Tabla 500-3 (d).

Los números de identificación marcados sobre las placas de características de los equipos, deben estar de acuerdo con la Tabla 500-3 (d).

El equipo certificado para Clase I y Clase II debe estar marcado con la temperatura máxima segura de operación, que se determina por medio de la exposición simultánea a las

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

combinaciones de las condiciones Clase I y Clase II.

Excepción No.1. Los equipos de tipo no productor de calor, tales como cajas de conexiones, tuberías y sus accesorios, y el equipo productor de calor cuya máxima temperatura no excede los 100°C no es necesario que se les marque la temperatura de operación o el rango de temperatura.

Excepción No.2. Los equipos de alumbrado marcados para ser usados solamente en lugares Clase I, División 2, o Clase II, División 2, no requieren ser marcados para indicar su grupo.

Excepción No.3. Equipos de tipo fijo para uso general en lugares de Clase I, diferentes a los equipos de alumbrado fijos que se aceptan para uso en lugares de Clase I, División 2, no requieren marcarse con Clase, Grupo, División o temperatura de operación.

Excepción No.4. Equipos de tipo fijo herméticos al polvo, diferentes a las luminarias fijas, aceptados para usarse en lugares Clase II, División 2 y Clase III, no requieren ser marcadas con la Clase, Grupo, División o temperatura de operación.

Tabla 500-3(d). Números de identificación

Temperatura Máxima		Número de Identificación
Grados C.	Grados F	
450	842	T1
300	572	T2
280	536	T2A
260	500	T2B
230	446	T2C
215	419	T2D
200	392	T3
180	356	T3A
165	329	T3B
160	320	T3C
135	275	T4
120	248	T4A
100	212	T5
85	185	T6

Nota: Debido a que no existe una relación consistente entre las propiedades de explosión y la temperatura de ignición ambas propiedades son requisitos independientes

(e) Temperatura Clase I: Las marcas de temperatura especificadas en (d) anterior, no deben exceder la temperatura de ignición del gas o vapor específico que se vaya a encontrar

Se considera normalmente que la temperatura límite de cada grupo es la temperatura de ignición más baja de cualquiera de los materiales de grupo, por ejemplo 280°C para el Grupo D, 180°C, para el Grupo C

Nota: Para evitar la revisión de este límite, como al agregar nuevos gases (ver hexano en el Grupo D y acetaldehído en el Grupo C), la temperatura debe especificarse en marcados futuros.

La temperatura de ignición para la cual estaban anteriormente certificados los equipos para este requisito, deben ser como se indica a continuación:

GRUPO A 280°C GRUPO C 180°C

GRUPO B 280°C GRUPO D 280°C

(f) Temperatura Clase II. La temperatura indicada en (d) anteriormente, debe ser menor que la temperatura de ignición del polvo específico encontrado.

Para los polvos orgánicos que se deshidraten o carbonicen, la temperatura de marcado no

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

debe exceder de la temperatura de ignición o 165°C

La temperatura de ignición para la cual estaban anteriormente certificados los equipos para este requisito, debe ser como se indica en la tabla 500-3(f).

Tabla 500-3(f)

Equipo que no está sujeto a sobrecarga		Equipo que puede estar sujeto a sobrecarga, tal como transformadores o motores				
		Operación Normal		Operación Anormal		
CLASE II GRUPO	Grados C	Grados F	Grados C	Grados F	Grados C	Grados F
E	200	392	200	392	200	392
F	200	392	150	302	200	392
G	165	329	120	248	165	329

500-4. Locales específicos.

Los Artículos 510 al 517 tratan los siguientes locales: Garages, Hangares de aviación, Estaciones de servicio y venta de gasolina, Depósitos para almacenamiento de gasolina u otros productos volátiles, plantas de procesos de acabados y recubrimientos e Instalaciones de Asistencia Médica.

500-5. Lugares Clase I.

Los lugares Clase I son aquellos en los cuales están o pueden estar presentes en el aire, gases o vapores inflamables en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables.

Los lugares Clase I, deben incluir aquellos especificados en los incisos (a) y (b) descritos a continuación.

(a) Clase I, División 1. Un lugar Clase I División 1 es una zona (1) en donde, bajo condiciones normales de operación, existen concentraciones de gases o vapores inflamables; o (2) en donde frecuentemente, debido a labores de reparación, mantenimiento o fugas, existen concentraciones en cantidades peligrosas de gases o vapores; o (3) en donde debido a roturas o mal funcionamiento de equipos o procesos pueden liberarse concentraciones inflamables de gases o vapores, y pueda causar simultáneamente una falla en el equipo eléctrico.

Nota: Esta clasificación generalmente incluye los lugares donde se transfieren, de un recipiente a otro líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables; los interiores de las cabinas pulverizadoras de pintura, donde se usan solventes volátiles inflamables; los lugares que contienen tanques abiertos o tanques de líquidos volátiles inflamables, los locales para el secado o los compartimientos para la evaporación de solventes inflamables; los locales que contienen equipos para la extracción de grasas y aceites que usan solventes volátiles inflamables; las secciones de las plantas de limpieza y teñido donde se utilizan líquidos inflamables; los cuartos de los generadores de gas y otras secciones de las plantas manufactureras de gas donde puede haber escapes de gases inflamables o líquidos volátiles inflamables inadecuadamente ventilados; los ventiladores de refrigeradores y congeladores que almacenan materiales volátiles inflamables al descubierto, o en recipientes ligeramente cubiertos o de fácil ruptura; y todos los demás lugares donde pueden ocurrir durante el transcurso de una operación normal concentraciones de vapores o gases inflamables.

(b) Clase I, División 2. Un lugar Clase I, División 2, es una zona. (1) en donde se maneja, procesa o se usan líquidos volátiles inflamables o gases inflamables, pero en donde

normalmente los líquidos, vapores, o gases, están confinados dentro de recipientes cerrados o sistemas cerrados de donde ellos pueden escapar solamente en el caso de una ruptura accidental o avería de recipientes o sistemas, o en el caso de una operación anormal del equipo; (2) en lugares en donde concentraciones inflamables de gases o vapores son normalmente prevenidas por medio de una ventilación mecánica positiva, y la cual puede convertirse en peligrosa por la falla o por la operación anormal de equipo de ventilación; o (3) que el lugar se encuentra adyacente a un lugar de Clase I División 1, hacia donde pueden llegar ocasionalmente concentraciones inflamables de gases o vapores, a menos que la vía de comunicación se evite por medio de un adecuado sistema de ventilación de presión positiva de una fuente de aire limpio y se dispongan de dispositivos adecuados para evitar las fallas del sistema de ventilación.

Nota 1: Esta clasificación generalmente incluye lugares donde se usan líquidos volátiles inflamables o gases o vapores inflamables, pero que a juicio de la autoridad competente pueden volverse peligrosos, solamente en caso de accidente o de alguna condición de operación inadecuada.

La cantidad de material inflamable que puede escaparse con fuerza, en caso de accidente, la suficiencia del equipo de ventilación, el área total involucrada y el historial de la industria o negocio con respecto a explosiones o incendios, son los factores que merecen consideración al determinar la clasificación y la extensión de cada lugar.

Nota 2: No se considera que las tuberías sin válvulas, los puntos de inspección, los medidores, los dispositivos similares pueden, generalmente, causar condiciones de peligro aun al usarse líquidos o gases inflamables. Los lugares usados para el almacenamiento de líquidos inflamables o gases comprimidos dentro de depósitos sellados no se consideran generalmente peligrosos, a menos que se encuentren expuestos también a otras condiciones peligrosas

Las tuberías eléctricas y sus envolventes asociadas, separadas de los líquidos de los procesos por medio de un sello sencillo o barrera deben ser clasificadas como lugares de la División 2, si la parte exterior de la tubería y sus envolventes están en un área no clasificada

500-6. Lugares Clase II.

Los lugares Clase II, son aquellos que son peligrosos debido a la presencia de polvo combustible. Los lugares Clase II deberán incluir aquellos especificados en (a) y (b) que se enuncian a continuación:

(a) **Clase II, División 1.** Un lugar Clase II, División 1 es un lugar:

- (1) En el cual bajo condiciones normales de operación hay polvo combustible en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o incendiarias.
- (2) En el cual una falla mecánica o un funcionamiento anormal de una maquinaria o equipo puede causar explosión o producir mezclas explosivas y puede también proporcionar la fuente de ignición por medio de una falla simultánea del equipo eléctrico, la operación de los equipos de protección, o de otras causas.
- (3) En donde polvos combustibles que por naturaleza son eléctricamente conductivos, pueden estar presentes en cantidades peligrosas.

Nota: Los polvos combustibles que son eléctricamente no conductivos incluyen los polvos producidos en el manejo de granos y productos de los granos, azúcar pulverizada y cacao, huevo seco y leche de polvo, pastas, especias pulverizadas, almidón, papas y harinas, harinas producidas de frijoles y semillas, heno seco u otros materiales orgánicos que pueden producir polvos combustibles durante su procesamiento o manejo.

Solamente los polvos del grupo E son considerados eléctricamente conductivos para el propósito de la clasificación. Los polvos que contienen magnesio o aluminio son particularmente peligrosos, y su uso debe ser con extrema precaución para evitar ignición y explosión.

(b) **Clase II, División 2.** Un lugar de Clase II, División 2, es un lugar en donde el polvo

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

combustible no está generalmente en el aire en suficiente cantidad para producir mezclas explosivas o inflamables y las acumulaciones de polvo son generalmente insuficientes para interferir con la operación normal de los equipos eléctricos o de otros aparatos, pero el polvo combustible puede estar en suspensión en el aire como resultado de un ocasional mal funcionamiento de los equipos de manejo o procesos y las acumulaciones de polvo combustible sobre, dentro o en la proximidad del equipo eléctrico, pueden ser suficientes para interferir con la disipación segura de calor del equipo eléctrico o pueden incendiarse por medio de operaciones anormales o falla del equipo eléctrico.

Nota 1: La cantidad de polvo combustible que puede estar presente y los sistemas adecuados para remover el polvo, son factores que ameritan su consideración para determinar la clasificación y puede resultar en un área no clasificada.

Nota 2: Cuando productos tales como semillas son manejadas de un modo que produzca bajas cantidades de polvo, la cantidad depositada de éste, pueden no ameritar su clasificación.

500-7. Lugares Clase III.

Los lugares Clase III son aquellos que son peligrosos debido a la presencia de fibras o partículas volátiles de fácil ignición, pero en los cuales es poco probable que dichas partículas volátiles permanezcan en suspensión en suficientes cantidades para producir mezclas inflamables. Los lugares Clase III deben incluir aquellos especificados en (a) y (b) descritos a continuación.

(a) **Clase III, División 1.** Un lugar de Clase III División 1 es un lugar donde se manejan, manufacturan o usan fibras inflamables que producen partículas volátiles inflamables.

Nota 1: Estos lugares generalmente incluyen algunos sitios que utilizan rayón, algodón y otros textiles; en las plantas manufactureras y procesadoras de fibras combustibles; desmontadoras de algodón y plantas trituradoras de semillas de algodón, plantas procesadoras de lino; plantas manufactureras de ropa, plantas de madera y establecimientos e industrias involucradas en procesos o condiciones de peligros similares.

Nota 2: Entre las fibras y partículas volátiles se encuentran las de rayón, algodón (incluyendo las fibras de residuo de algodón desmontado y desperdicios de algodón), sisal o henequén, cáñamo, fibra de cocoa, estopa, desperdicio de lana, de ceiba, musgo español, virutas de maderas y otros materiales de similar naturaleza.

(b) **Clase III, División 2.** Un lugar Clase III, División 2, es un lugar en donde se almacenan o manejan fibras fácilmente inflamables

Excepción En el proceso de la manufactura

ARTICULO 501 LUGARES CLASE I

501-1. Disposiciones generales.

Las reglas generales de esta norma se deben aplicar a las instalaciones de alambrado y equipos eléctricos en los lugares clasificados como peligrosos Clase I en la Sección 500-5

Excepción Lo que está modificado en esta sección

501-2. Transformadores y capacitores.

(a) **Clase I, División 1.** En los lugares Clase I, División 1, los transformadores y capacitores cumplirán con lo siguiente:

- (1) **Cuando contenga un líquido combustible.** Los transformadores y capacitores que contengan un líquido combustible se deben instalar únicamente en bóvedas certificadas que cumplen con las Secciones 450-41 a 450-48 y además: 1) no debe de

haber puerta ni otra abertura de comunicación entre la bóveda y el lugar División 1, y (2) debe haber ventilación suficiente para expulsar continuamente los gases o vapores peligrosos, y (3) las aberturas o ductos de ventilación deben conducir a un lugar seguro fuera de la construcción; y (4) los ductos y aberturas de ventilación deben ser de una sección suficiente para disminuir las presiones de explosión dentro de la bóveda; y todas las partes de los ductos de ventilación dentro de la edificación deben ser de concreto reforzado.

- (2) **Quando no contengan un líquido combustible.** Los transformadores y capacitores que no contengan un líquido combustible: Deben (1) instalarse en bóvedas de acuerdo con los requisitos de (a) (1) anterior o (2) estar certificados para lugares Clase I.

(b) **Clase I, División 2.** En los lugares Clase I, División 2, los transformadores y capacitores deben cumplir con las Secciones 450-21 a 450-27.

501-3. Medidores, Instrumentos y Relevadores.

(a) **Clase I, División 1.** En los lugares Clase I, División 1, los medidores, instrumentos y relevadores, incluyendo kilowathorímetros, transformadores de instrumento, resistencias, rectificadores y tubos termoiónicas, deben de estar provistas con envolventes certificadas para lugares Clase I División 1

Las envolventes certificadas para lugares Clase I, División 1, incluyen (1) envolventes a prueba de explosión y (2) envolventes purgadas y presurizadas

(b) **Clase I, División 2.** En los lugares Clase I, División 2, los medidores, aparatos de medición y relevadores cumplirán con lo siguiente:

- (1) **Contactos.** interruptores, interruptores termomagnéticos, así como los contactos de cierre y apertura de los pulsadores, relevadores, sirenas, y campanas de alarma, deben tener envolventes certificadas para lugares Clase I, División 1, de acuerdo con lo especificado en el punto (a) anterior.

Excepción. Se permiten envolventes de uso general si los contactos de interrupción de corriente, están:

- a. Sumergidos en aceite.
- b. Encerrados en una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases o vapores
- c. En circuitos que, en condiciones normales no liberan energía suficiente para encender una determinada mezcla atmosférica específica e inflamable.

- (2) **Resistencias y equipos similares.** Las resistencias, dispositivos con resistencias, tubos termoiónicas, rectificadores y equipos similares, usados en conexión con aparatos de medición, instrumentos y relevadores deben cumplir con el requisito (a) anterior.

Excepción Se permiten envolventes de uso general, si estos equipos no tienen contactos de cierre y apertura o deslizantes, si cumple lo previsto en (b)(1) anterior y si la temperatura máxima de operación de cualquier superficie expuesta no excede del 80% de la temperatura de ignición en grados centígrados, del gas o vapor involucrado, o se pruebe y se encuentre incapaz de provocar la ignición de dicho gas o vapor

- (3) **Sin contactos de cierre o apertura.** Los devanados de los transformadores, las bobinas de impedancia, los solenoides y otros devanados que no lleven contactos deslizantes o de cierre y apertura, pueden estar en envolventes de uso general.

- (4) **Ensamblajes de uso general.** Cuando un ensamble está formado por componentes para los cuales son aceptables las envolventes de uso general, según (b)(1),(b)(2)y(b)(3) anteriores se puede aceptar una envolvente única de uso general

para todos ellos, si dicho ensamble comprende algunos de los equipos descritos en (b)(2) anterior, debe indicarse clara y visiblemente en la parte externa de la envolvente, la temperatura máxima a que puede llegar cualquiera de los componentes. Como alternativa se debe permitir marcar el equipo certificado para indicar la temperatura máxima para la cual está certificado, usando los números de identificación de la tabla 500-3(d).

- (5) **Fusibles.** Donde se permiten envolventes de uso general, según (b)(1),(b)(2),(b)(3)y(b)(4) anteriores, los fusibles para protección contra sobrecorriente de circuitos de instrumentos, se debe permitir su instalación en envolventes de uso general, siempre que dichos fusibles no estén sujetos a sobrecarga en uso normal y cada fusible sea precedido por un desconectador que cumpla con (b)(1) anterior.
- (6) **Conexiones.** Para facilitar el reemplazo, los instrumentos de control de procesos pueden conectarse por medio de cordones flexibles, clavijas y contactos si se cumplen todas las condiciones que siguen: (1) se tenga un interruptor que cumpla con lo previsto en b)(1) anterior, para que la interrupción no se haga en la clavija,(2) la corriente no es mayor de 3 Amperes en 127 Volts nominal, (3) el cordón de alimentación no debe ser mayor de 90 cm, si es de un tipo certificado para uso extra rudo o, para uso rudo si está protegido por su ubicación, y se alimenta a través de una clavija y contacto de tipo de retención mecánica polarizado,(4) solamente se instalan los contactos necesarios y (5) cada contacto lleva un letrero que indique "no desconectar bajo carga"

501-4. Métodos de instalación.

Los Métodos de instalación deben cumplir con lo indicado en los incisos (a) y (b) que se enuncian a continuación:

(a) **Clase I, División 1.** En los lugares Clase I, División 1, se deben instalar con tubos metálicos del tipo pesado (cédula 40) según NMX-B-208, o con cable MI, utilizando accesorios terminales de los cuales deben ser, según el método empleado de alambrado del tipo aprobado para dichos lugares. Todas las cajas, accesorios y uniones, deben tener conexiones roscadas para la unión de los tubos o de las terminales de los cables y deben ser a prueba de explosión. Las uniones roscadas deben entrar por lo menos con cinco cuerdas completas de roscas. Los cables tipo MI deben estar instalados y soportados de modo que se eviten tensiones de tracción en los accesorios terminales. Donde sea necesario emplear conexiones flexibles, como en las terminales de motores, se deben usar accesorios flexibles, certificados para lugares Clase I.

Excepción Lo aprobado en la Sección 501-11.

(b) **Clase I, División 2.** En los lugares Clase I, División 2, se debe instalar con tubos metálicos del tipo pesado (cédula 40) según NMX-B-208, o cables tipo PLTC, de acuerdo a lo indicado en el artículo 725, o con cables tipos MI, MC, MV, TC o SNM usando accesorios terminales para el método de cableado empleado. Los cables tipo PLTC, MI, MC, MV, TC o SNM pueden ser instalados en sistemas de charolas para cables, y deben de instalarse de tal manera que se eviten los esfuerzos de tensión en los accesorios terminales. Las cajas, accesorios y uniones no necesitan ser a prueba de explosión, salvo lo requerido en las Secciones 501-3 (b)(1), 501-6(b)(1) y 501-14(b)(1). Donde se requiere una flexibilidad limitada, como en las terminales de motores se deben usar accesorios metálicos flexibles, tubos metálicos flexibles con accesorios certificados, tubo flexible de metal a prueba de líquidos con accesorios adecuados, tubo no metálico flexible a prueba de líquidos con accesorios certificados, cordón flexible certificado para uso extrarudo y provisto de accesorios certificados. El cordón debe tener un conductor adicional para puesta a tierra.

Nota: Ver Sección 501-16 (b) requerimientos para puesta a tierra cuando se usa conduit flexible.

501-5. Sellado y drenado.

Los sellos en los sistemas de tubería y de cables deben cumplir con los requisitos dados a continuación desde (a) hasta (f). El compuesto sellador debe ser del tipo certificado para las condiciones y uso. En los accesorios terminales de cables tipo MI debe utilizar sellador compuesto, para eliminar la humedad y otros fluidos del aislamiento del cable.

Nota 1: Los sellos se colocan en los sistemas de tubería y cables para minimizar el paso de gas y vapores y evitar el paso de flamas de una parte de la instalación eléctrica a otra a través de los tubos. Tal comunicación a través de cable tipo MI está prevenida en forma inherente por la construcción del cable. A menos que estén específicamente diseñados y certificados para tal propósito, los sellos de tubos y cables no están destinados para prevenir el paso de líquidos, gases o vapores en una continua presión diferencial a través del sello. Aun en las diferencias de presión a través del sello equivalente a algunos centímetros de agua, puede existir un paso lento de gas o vapor a través del mismo y por medio de los conductores que atraviesan el sello. Ver la Sección 501-5(e)(2). Las temperaturas extremas y los líquidos y vapores, altamente corrosivos pueden afectar la eficacia de los sellos para llevar a cabo su función. Ver Sección 501-5(c)(2)

Nota 2: Las fugas de gas o vapor y la propagación de flama pueden ocurrir a través de los intersticios entre los hilos de los conductores con cables standard no mayores del No. 2. (33.6 milímetros cuadrados.)

Los conductores de construcciones especiales, por ejemplo, de hilos compactados o el sellado individual de los hilos, significan una reducción de fugas y previenen la propagación de las flamas.

(a) **Sellos en tuberías para Clase I, División 1.** En los lugares Clase I, División 1, se deben localizar los sellos como sigue:

- (1) En cada tramo de tubo que entra en una envolvente de interruptores, interruptores termomagnéticos, fusibles, relevadores, resistencias u otros aparatos que puedan producir arcos, chispas o altas temperaturas. Los sellos deben colocarse lo más cerca posible de las envolventes y a no más de 45 cm de ellos

Las únicas envolventes o conexiones permitidas entre el sello y la envolvente del aparato son las uniones a prueba de explosión, codos, reducciones y cajas registro tipo L, T y Cruz: Las cajas registro no deben ser mayores que el diámetro mayor de los tubos.

Excepción Los tubos de tamaño comercial de 38 mm o menor que entren a una envolvente a prueba de explosión en donde se encuentren interruptores, interruptores termomagnéticos, relevadores, u otro aparato que pueda producir arcos o chispas, no necesitan llevar sello si los contactos que interrumpen la corriente están:

- a. En una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases o vapores, o;
 - b. Sumergidos en aceite, de acuerdo a lo especificado en la Sección 501-6(b)(1)(2).
- (2) En cada tubo de tamaño comercial de 51 mm o mayor que entra en una envolvente o accesorio donde hay terminales, derivaciones o empalmes, y a menos de 45 cm de dicha envolvente o accesorio

Nota: Ver Sección 500-3(c)(2)

- (3) Cuando dos o más envolventes, para las cuales se requieren sellos de acuerdo con (a)(1) y (a)(2) anteriores, están unidas por niples o por tramos de tubería a una longitud no mayor de 91.4 cm será suficiente colocar un sólo sello en el niple o tramo de tubería, si tal sello no dista más de 45 cm de cada envolvente
- (4) En cada tramo de tubería que sale de un lugar peligroso Clase I, División 1, el sello puede ser colocado en cualquier lado de la frontera de las dos zonas, pero debe estar diseñado e instalado para minimizar la cantidad de gas o vapor que pueda entrar en la tubería en el lugar peligroso División 1, para que no entre o se comunique al tubo

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

más allá del sello. No habrá unión, acoplamiento, caja o accesorio en la tubería, entre el sello, y el punto en que el tubo sale del lugar peligroso División 1.

Excepción. Un tubo metálico que pase a través de un lugar Clase I, División 1, sin accesorios, hasta una distancia de 30 cm de cada límite, no necesita estar sellado siempre que los puntos terminales del tubo sin interrupción estén en un lugar no peligroso.

(b) Sellos en tuberías para Clase I, División 2. En los lugares Clase I, División 2, los sellos de tuberías se deben localizar como sigue:

- (1) En las conexiones de tubo a las envolventes a prueba de explosión que requieren ser aprobadas para lugares Clase I, los sellos deben de estar de acuerdo con (a)(1), (a)(2) y (a)(3) anteriores. Todos los tramos de tubería o niples comprendidos entre el sello y la envolvente deben cumplir con la Sección 501-4 (a).
- (2) En cada tramo de tubería que pasa de un lugar peligroso Clase I, División 2, a un área no peligrosa, el sello puede colocarse en cualquiera de los lados del límite entre las dos áreas, pero debe estar diseñado e instalado para minimizar la cantidad gas o vapor que pueda entrar a la tubería dentro del área División 2, o se comunique al tubo más allá del sello. Se debe usar tubería metálica rígida del tipo pesado (cédula 40) según NMX-B-208 entre el sello y el punto en que el tubo sale del lugar División 2, y se debe de usar una conexión roscada en el sello. No debe haber unión, caja o accesorio en la tubería entre el sello y el punto en que la tubería sale del lugar peligroso División 2.

Excepción No.1: Un tubo metálico continuo que pase a través de un lugar Clase I, División 2, sin accesorios, hasta una distancia de 30 cm de cada límite, no necesita estar sellado, siempre que los puntos terminales del tubo estén en lugares no peligrosos.

Excepción No.2: Los sistemas con tubo conduits que terminan en un lugar exterior no clasificado, en donde se utilizó un método de alambrado de transición como el de charola, cable bus, ducto ventilado, cable tipo MI o alambrado abierto, no requiere sello cuando pasa de un lugar Clase I, División 2, a una área no clasificada. Los conduits no deben terminar en una envolvente que contenga una fuente de igniciones

(c) Clase I, Divisiones 1 y 2. Donde se requieran sellos en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2, éstos cumplirán con lo siguiente:

- (1) **Accesorios.** Las envolventes para conexiones o equipos pueden ser provistas de medios integrales certificados para sellar, o de sellos certificados para lugares Clase I. Los sellos serán accesibles.
- (2) **Compuesto sellador.** El compuesto sellador debe estar certificado para ese uso y debe proveer un sellado hermético al paso de gases o vapores a través del accesorio de sello. No debe ser alterado por la atmósfera o los líquidos que lo rodean y tener un punto de fusión no menor de 93°C
- (3) **Espesor del compuesto sellador.** El espesor del compuesto sellador en un sello terminado no debe ser menor que el diámetro del tubo y, en ningún caso, menor de 1.6 cm
- (4) **Empalmes y derivaciones.** No se permiten empalmes o derivaciones en los accesorios destinados sólo a sellar con compuesto sellador, ni se debe poner compuesto sellador en ningún accesorio en el cual se hagan empalmes o derivaciones.
- (5) **Ensamblados.** En un ensamble donde los equipos que pueden producir arcos, chispas, o altas temperaturas, están localizados en un compartimiento separado de otro donde haya empalmes y derivaciones, y un sello integral es provisto donde los conductores pasan de un compartimiento a otro, el ensamble completo debe estar certificado para lugares Clase I. En lugares Clase I, División 1, se colocan sellos en las

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

entradas de tubos a compartimientos que tengan empalmes o derivaciones, donde sea requerido por (a)(2) anterior.

(d) Sellado en cables en lugares Clase I, División 1. En lugares Clase I, División 1, cada cable multiconductor dentro de un tubo se considera como un conductor sencillo siempre que el cable no pueda transmitir gases o vapores a través de su cubierta. Estos cables deben sellar de acuerdo con lo indicado en a) anterior

Los cables con cubierta continua hermética al gas y al vapor que pueden transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable, se deben sellar en el lugar peligroso División 1, después de retirar la cubierta y cualquier otro revestimiento de manera que el compuesto sellador cubra cada conductor individual, así como la cubierta exterior del conjunto.

Excepción: Los cables multiconductores con cubierta continua para gas/vapor capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable pueden permitirse y considerarse como un solo conductor por el sello del cable en la tubería dentro de 45 cm de la caja y de la terminación del cable con la caja, por los medios adecuados para prevenir la entrada de gases o vapores, o la propagación de la flama dentro del núcleo del cable o por otros métodos adecuados.

(e) Sellado en cables en lugares Clase I, División 2. En lugares Clase I, División 2 Los sellos de cables se deben colocar como sigue:

(1) Los cables que entran en envolventes que requieran ser certificadas para lugares Clase I, se deben sellar en el punto de entrada. El sello debe cumplir con (b)(1) anterior. Los cables multiconductores con una cubierta continua hermética al gas y al vapor, capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo se deben sellar en un accesorio certificado en el lugar División 2 después de quitar la cubierta y cualquier otro revestimiento, de manera que el compuesto sellador rodee cada conductor individual, y que reduzca el paso de gases y vapores. Los cables multiconductores en una tubería se deben sellar como se indica en (d) anterior.

(2) Los cables con cubierta continua hermética al gas y al vapor y que no transmitan gases o vapores a través del núcleo, en exceso de la cantidad permitida para los dispositivos de sellado, no requieren ser sellados, excepto por lo indicado en el (1) anterior, la longitud mínima de ese tramo de cable no deberá ser menor que la longitud que limita el flujo de gas, o vapor a través del núcleo del cable a una razón permitida para los dispositivos de sellado que es de 198 cms cúbicos por hora de aire a una presión de 152 mm de agua.

El núcleo del cable no incluye los intersticios entre los hilos del conductor

(3) Los cables con una cubierta hermética continua capaz de transmitir al gas o vapores a través del núcleo del cable, no se requiere que sean sellados excepto como se indica en (e)(1) anterior, a menos que el cable esté unido a dispositivos o equipos de proceso que puedan causar un exceso de presión de 152 mm (1493 pascales) de agua que se ejerza en la terminal del cable, en cuyo caso se debe proveer un sello, barrera, u otro medio para prevenir la propagación de flamas dentro de un área sin clasificar.

Excepción Los cables con cubiertas que no se rompan, herméticas al gas y al vapor y que pasan de manera continua de un lugar Clase I, División 2, podrán instalarse sin sellos

(4) Los cables que no tengan una cubierta continua y hermética al gas y al vapor, se deben sellar en los límites de la División 2 y las áreas clasificadas no peligrosas, de manera tal que minimice el paso de gases y vapores al lugar no peligroso

Nota: La envolvente mencionada en (d) y (e) anteriores puede ser de material metálico o no metálico.

(f) Drenado.

- (1) **Equipo de control.** Las envolventes para equipos de control deben estar provistas de medios apropiados para impedir la acumulación de líquidos u otros vapores condensados en ellas o en cualquier punto del conducto, para vaciarlas periódicamente de tales líquidos o vapores condensados siempre que exista la probabilidad de tales acumulaciones.
- (2) **Motores y Generadores.** Donde la autoridad competente juzgue que hay posibilidad de que se produzcan acumulaciones de líquidos u otros vapores condensados dentro de motores o generadores, deben disponerse las uniones y los tubos de manera que se reduzca al mínimo la entrada de líquido en ellos. Cuando se juzguen necesarios los medios para prevenir la acumulación, éstos deben venir incorporados de fábrica y se consideran como parte integral de la máquina.
- (3) **Bombas selladas, conexiones de proceso o servicio etc.** En las bombas selladas, conexiones de proceso para flujo, presión o análisis de medida, etc., que tienen un solo diafragma o tubo sellador para prevenir que los fluidos combustibles o inflamables entren en los tubos de instalación eléctrica, un sello o barrera u otro medio adicional certificado se debe instalar para prevenir que los fluidos combustibles o inflamables entren al sistema de tubería más allá de los dispositivos o medios adicionales, si el primer sello falla

El sello adicional certificado o la barrera y la interconexión de la envolvente deben reunir las condiciones de temperatura y presión a las cuales estarán sujetas en caso de falla del sello primario, a menos que otros medios adecuados sean proporcionados para cumplir el propósito anterior.

Los drenes, respiraderos u otros medios se deben proveer de manera que los escapes sean obvios

Nota: Véase también el último párrafo de la Sección 500-5 (b) y la *Nota:* para la Sección 501-5

501-6. Interruptores, interruptores en caja moldeada, controladores de motores y fusibles.

(a) **Clase I, División 1.** En los lugares Clase I, División 1, los interruptores, interruptores en caja moldeada, controladores de motores y los fusibles, incluyendo las estaciones de botones, relevadores y dispositivos similares deben estar provistos con envolventes y, en cada caso el conjunto de la envolvente y los aparatos encerrados deben ser certificados como un ensamble completo para uso en lugares Clase I.

(b) **Clase I, División 2.** Los interruptores, interruptores en caja moldeada, controladores de motores y los fusibles instalados en lugares Clase I, División 2, deben cumplir con lo siguiente:

- (1) **Tipo requerido.** Los interruptores, controladores de motores e interruptores en caja moldeada, destinados para interrumpir la corriente en su funcionamiento normal, deben estar provistos de envolventes certificadas para lugares Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en la Sección 501-3 (a) a menos que se provean envolventes de uso general y 1) la interrupción de la corriente se hace dentro de una cámara herméticamente sellada que impide la entrada de gases o vapores, o 2) los contactos de cierre o abertura son de uso general y están sumergidos en aceite por lo menos 5 cms., para los de potencia, y 2.5 cms para los de control, o 3) la interrupción de corriente ocurre dentro de una cámara a prueba de explosión sellada de fábrica para uso en lugares Clase I
- (2) **Interruptores de aislamiento.** Los interruptores desconectores con o sin los fusibles y los interruptores de aislamiento para transformadores o bancos de capacitores que no están destinados para interrumpir la corriente en el funcionamiento

normal, pueden instalarse en envoltentes de uso general.

- (3) **Fusibles.** Los fusibles de cartucho o enchufables para la protección de motores, aparatos y lámparas y otros dispositivos como los que se indican en (b)(4) siguiente, se pueden usar si se colocan en envoltentes certificadas para el lugar donde se instalen. También se pueden usar fusibles con envoltentes de uso general, si son certificados para el uso y son del tipo en el cual el elemento de operación se encuentra sumergido en aceite u otro líquido certificado, o si el elemento de operación está encerrado en una cámara hermética sellada contra la entrada de gases y vapores.

- (4) **Fusibles o interruptores termomagnéticos, para protección de sobrecorriente.** Cuando se instalan no más de 10 juegos de fusibles certificados y encerrados o no más de 10 interruptores para interrumpir la corriente, instalados para la protección del circuito derivado o del alimentador, en cualquier habitación, área o sección de Clase I, División 2, se permite el uso de cubiertas de tipo para uso general, si los fusibles o los interruptores termomagnéticos son para la protección de circuitos o circuitos que alimentan lámparas en posiciones fijas solamente.

Nota: Se llama juego de fusibles aquel que está formado por todos los fusibles necesarios para proteger todos los conductores no aterrizados de un circuito. Por ejemplo, un conjunto de 3 fusibles que protege un circuito trifásico o un fusible único que protege al conductor no aterrizado de un circuito monofásico de dos hilos, se consideran como juegos de fusibles.

Los fusibles provistos en (b)(3) anterior no necesitan unirse en la cuenta de 10 juegos permitidos en las envoltentes de uso general.

- (5) **Fusibles internos para aparatos de alumbrado.** Los fusibles de cartucho certificados se permiten como protección suplementaria dentro de los aparatos de alumbrado.

501-7. Transformadores y Resistencias de Control.

Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias utilizados como o en conjunto con equipos de control para motores, generadores y artefactos, deben cumplir con (a) y (b) siguientes.

(a) **Clase I, División 1.** En los lugares Clase I, División 1, los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias, así como cualquier mecanismo de desconexión asociado con ellos, deben estar provistos de envoltentes certificadas para lugares Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en la Sección 501-3(a).

(b) **Clase I, División 2.** En los lugares Clase I, División 2, los transformadores y las resistencias de control deben cumplir con lo siguiente:

- (1) **Mecanismo de desconexión.** Los mecanismos de desconexión usados con transformadores, bobinas de impedancia y resistencias, deben cumplir con la Sección 501-6(b).
- (2) **Bobinas y Devanados.** Envoltentes del tipo de uso general se permiten para devanados de transformadores, solenoides y bobinas de impedancia.
- (3) **Resistencias.** Las resistencias deben dotarse de envoltentes y el conjunto debe certificarse para lugares Clase I, a menos que dichas resistencias no sean variables y que la máxima temperatura de funcionamiento no exceda al 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor involucrado, en grados centígrados, o que hayan sido probadas y encontradas incapaces de incendiar el gas o vapor.

501-8. Motores y generadores.

(a) **Clase I, División 1.** En los lugares Clase I, División 1, los motores, generadores y demás

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

maquinarias eléctricas rotativas deben ser:

- (1) Certificados para lugares Clase I, División 1; o (2) de tipo completamente cerrado y con ventilación de presión positiva desde una fuente de aire fresco y con descarga a un área segura dispuesta para prevenir que la máquina se energice hasta que la ventilación haya sido estabilizada y la envolvente haya sido purificada por lo menos con 10 veces el volumen del aire y que se interrumpa automáticamente la corriente en caso de falla del sistema de ventilación; o (3) de tipo totalmente cerrado lleno de gas inerte con fuente de alimentación de dicho gas adecuada y segura para producir constantemente una presión positiva y con un dispositivo para desconectar el equipo automáticamente si falla la alimentación del gas; o (4) de un tipo diseñado para estar inmerso en un líquido que sólo es inflamable en caso de estar vaporizado y mezclado con el aire, o en gas o vapor a una presión mayor que la atmosférica y el cual sólo es inflamable en mezcla con aire. La máquina debe estar dispuesta para prevenir que se active hasta tanto no sea purgada con el líquido o gas para sacar el aire y se interrumpa automáticamente la corriente en caso de falla de suministro del líquido, gas o vapor y cuando la presión de éstos baje a la atmosférica. Los motores totalmente cerrados de los tipos (2) y (3) no deben tener ninguna superficie externa a una temperatura de trabajo de más del 80% de la temperatura de ignición, en grados centígrados, del gas o vapor involucrado. Los dispositivos apropiados deben ser proporcionados para detectar y automáticamente desenergizar el motor o proporcionar una alarma adecuada si hay cualquier incremento de temperatura del motor mas allá del límite de diseño el equipo auxiliar debe ser del tipo certificado para el lugar en el cual es instalado.

(b) Clase I, División 2. En los lugares Clase I, División 2, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotativas en las que se utilicen contactos deslizantes, mecanismos de conexión y desconexión centrífuga o de otros tipos (incluyendo los dispositivos de sobrecorriente, sobrecarga y sobre temperatura del motor), o dispositivos con resistencias integradas al motor, ya sea durante el arranque o en marcha, deben ser certificados para lugares Clase I, División 1, a menos que tales contactos deslizantes, mecanismos de conexión y desconexión, dispositivos de resistencias, estén encerrados en envolventes certificadas para lugares Clase I, División 2, de acuerdo con lo indicado en la Sección 501-3(b).

Cuando funcionen a tensión normal la superficie expuesta de calentadores de ambiente, usados para prevenir la condensación de humedad durante periodos de falla, no debe exceder el 80% de las temperaturas de ignición en grados centígrados del gas o vapor involucrado, cuando operan a su tensión nominal y la máxima temperatura de superficie (basada sobre una temperatura ambiente de 40°C) debe ser marcada en una placa visible sobre el motor, de otra manera los calentadores deben ser certificados para lugares Clase I, División 2.

En lugares Clase I, División 2, se permite el empleo de motores abiertos o cerrados que no sean a prueba de explosión, tales como motores de inducción de jaula de ardilla, siempre y cuando no tengan escobillas, mecanismos de conexión y desconexión u otros similares, que produzcan arcos

Nota 1: Es importante considerar la temperatura de superficies internas y externas que pueden estar expuestas a atmósferas inflamables.

Nota 2: Es importante considerar el riesgo de ignición debido a las corrientes de arco discontinuas y de sobrecalentamiento de las partes en las multisecciones de la caja o de los motores y generadores de gran capacidad. Tales motores y generadores requieren puentes de unión equipotenciales entre las cajas y de la caja a tierra y un purgado inmediato con aire limpio antes y durante los periodos de arranque

501-9. Aparatos de alumbrado. Los aparatos de alumbrado deben cumplir con (a) o (b) siguientes:

(a) **Clase I, División 1.** En los lugares Clase I, División 1, los aparatos de alumbrado deben cumplir con lo siguiente:

- (1) **Aparatos certificados.** Cada aparato debe certificarse como un conjunto para lugares Clase I, División 1, y tener claramente marcada la potencia máxima de las lámparas para las cuales está certificado. Los aparatos portátiles deben específicamente certificarse como un conjunto completo para este uso.
- (2) **Daños físicos.** Cada aparato de alumbrado debe protegerse contra daños físicos por medio de una guarda adecuada o por su propia ubicación.
- (3) **Aparatos colgantes.** Los aparatos colgantes deben suspenderse y alimentarse por medio de tubos metálicos del tipo pesado (cédula 40) según NMX-B-208 y las uniones roscadas deben llevar tornillos de fijación u otros medios efectivos para impedir que se aflojen. Los tubos de longitud mayor de 30 cm se deben fijar de manera efectiva y permanente para impedir deslizamientos laterales con un sistema de soporte a más de 30 cm. de altura sobre el extremo inferior del tubo, o bien se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible certificado para este propósito y para lugares Clase I, División 1, colocado a no más de 30 cm. del punto de unión con la caja o accesorios.
- (4) **Soportes.** Cajas, ensambles de cajas o accesorios utilizados para soportar aparatos de alumbrado deben estar certificados para lugares Clase I.

(b) **Clase I, División 2.** En los lugares Clase I, División 2.

Los aparatos de alumbrado deben cumplir con lo siguiente.

- (1) **Equipo de alumbrado portátil.** El equipo de alumbrado portátil debe cumplir con lo previsto en el inciso anterior (a) (1)

Excepción. Cuando el equipo de alumbrado portátil montado sobre soportes móviles está conectado por medio de cordones flexibles como se especifica en la Sección 501-11 se permiten, cuando están montados en cualquier posición, siempre que sea de acuerdo con la Sección 501-9(b)(2) siguiente.

- (2) **Alumbrado fijo.** Los aparatos de alumbrado fijo deben protegerse contra daños físicos por medio de guardas apropiadas o por su propia ubicación. Donde haya peligro de que caigan chispas o metal caliente de las lámparas o aparatos de alumbrado que puedan provocar la ignición de concentraciones localizadas de gases o vapores inflamables, es preciso proveer envolturas adecuadas u otros medios efectivos de protección. Cuando las lámparas son del tipo o tamaño capaz de alcanzar, en condiciones normales, temperaturas superficiales en exceso del 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor relacionado, en grados centígrados, los aparatos deben cumplir con (a)(1) anterior, o ser de un tipo el cuál haya sido probado a manera de determinar el rango de temperatura o el marcado de la temperatura de operación.
- (3) **Aparatos de alumbrado colgantes.** Los aparatos colgantes deben suspenderse por medio de tubo metálico del tipo pesado (cédula 40) según NMX-B-208 o por otros medios adecuados. Los tubos de longitud mayor de 30 cm. se deben fijar de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales, con un sistema de soporte a no más de 30 cm. de altura sobre el extremo inferior del tubo, o bien se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible certificado para este propósito y colocado a no más de 30 cm. del punto de unión con la caja o accesorios de soporte
- (4) **Interruptores.** Los interruptores que forman parte de un aparato de alumbrado

ensamblado o de un portalámparas individual deben cumplir con la Sección 501-6 (b)(1).

- (5) **Equipo de arranqué.** Los equipos de arranque y control de las lámparas de descarga deben cumplir con la Sección 501-7(b)

Excepción. Los protectores térmicos incorporados en los balastos con protección térmica para lámparas fluorescentes, si el aparato de alumbrado es certificado para lugares de esta Clase y División.

501-10. Equipos de utilización.

(a) **Clase I, División 1.** En los lugares Clase I, División 1, todos los equipos de utilización deben certificarse para lugares Clase I, División 1.

(b) **Clase I, División 2.** En los lugares Clase I, División 2, todos los equipos de utilización deben cumplir con lo siguiente:

- (1) **Calentadores.** Los equipos de utilización calentados eléctricamente deben cumplir con cualquiera de las condiciones siguientes.

a. El calentador no debe exceder el 80% de la temperatura de ignición en grados centígrados del gas o vapor involucrado, en cualquier superficie que sea expuesta al gas o al vapor cuando el equipo está continuamente energizado a la máxima temperatura ambiente. Si no se ha previsto un controlador de temperatura, estas condiciones se deben aplicar cuando el calentador sea operado al 120% de la tensión nominal.

Excepción No.1. Para los calentadores de ambiente contra la condensación con motor montado, ver la Sección 501-8(b).

Excepción No.2. Un dispositivo limitador de corriente es aplicado al circuito del calentador que limita la corriente a valores menores a los requerimientos para la elevación de la temperatura superficial al 80% de la temperatura de ignición

b. El calentador debe certificarse para lugares Clase I, División 1.

Excepción. La resistencia eléctrica del calentador certificado para lugares Clase I, División 2

- (2) **Motores.** Los motores de accionamiento de equipos de utilización deben cumplir con la Sección 501-8(b)

- (3) **Interruptores, interruptores en caja moldeada y fusibles.** Los interruptores, interruptores en caja moldeada y fusibles deben cumplir con lo indicado en la Sección 501-6(b).

501-11. Cordones flexibles Clase I, Divisiones 1 y 2.

Los cordones flexibles solamente se permiten para conexiones entre equipos de iluminación portátiles u otros equipos de utilización portátiles y la parte fija de su circuito de alimentación, y donde se use, deben: (1) ser de un tipo certificado para uso extra rudo, (2) contener un conductor de puesta a tierra adicional a los conductores del circuito, de acuerdo con la Sección 400-23, (3) estar conectados a las terminales o a los conductores de alimentación de manera apropiada, (4) estar soportados por abrazaderas u otros medios adecuados, de manera que no se ejerza tensión mecánica sobre las terminales de conexión, (5) estar provistos de sellos adecuados donde entran en las cajas, accesorios o envoltentes del tipo a prueba de explosión

Excepción. Lo previsto en las Secciones 501-3(b)(6) y 501-4 (b)

Las bombas eléctricas sumergibles que tienen medios de extracción, sin entrar al foso húmedo deben considerarse equipos de utilización portátiles. La extensión del cordón flexible dentro de una canalización adecuada entre el foso húmedo y la fuente de alimentación, se permite. Los mezcladores eléctricos diseñados para entrar y salir de tanques de mezclado de tipo abierto deben ser considerados equipos de utilización portátiles

Nota: Vea la sección 501-13 para cordones flexibles expuestos a líquidos que tengan un efecto deteriorante sobre el aislamiento del conductor.

501-12. Contactos y Clavijas, Clase I, Divisiones 1 y 2.

Los contactos y clavijas deben estar provistos de una terminal para la conexión del conductor de puesta a tierra del cordón flexible y deben certificarse para estos lugares.

Excepción. Lo previsto en la Sección 501-3(b)(6).

501-13. Aislamiento de los conductores.

Clase 1, Divisiones 1 y 2. Cuando líquidos o condensaciones de vapores puedan depositarse sobre el aislamiento de los conductores, o entren en contacto con él, dicho aislamiento debe ser del tipo certificado para dichas condiciones, o estar protegido por una cubierta de plomo u otros medios adecuados

501-14. Sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones.

(a) **Clase I, División 1.** En los lugares Clase I, División 1, todos los aparatos y equipos de los sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones, cualquiera que sea su tensión, deben estar certificados para lugares Clase I, División 1 y todo el alambrado debe cumplir con las Secciones 501-4(a) y 501-5(a) y(c).

(b) **Clase I, División 2.** En los lugares Clase I, División 2, los sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones deben cumplir con lo siguiente:

- (1) **Contactos.** Los interruptores, interruptores en caja moldeada, estaciones de botones, relevadores, campanas y altavoces de alarma, deben tener envolventes certificadas para lugares Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en la Sección 501-3(a).

Excepción. Se permiten envolventes de uso general si los contactos de interrupción de corriente están

- a. sumergidos en aceite, b. encerrados en cámaras herméticamente selladas contra la entrada de gases o vapores, o c. en circuitos que en condiciones normales no liberen energía suficiente para encender una mezcla atmosférica peligrosa e inflamable
- (2) **Resistencias y equipos similares.** Las resistencias, dispositivos con resistencias, tubos termiónicos, rectificadores y equipos similares, deben cumplir con la Sección 501-3(b)(2)
- (3) **Protecciones.** Para los fusibles y los dispositivos de protección contra las descargas se deben proveer envolventes que pueden ser de tipo para uso general.
- (4) **Alambrado y sellado.** Todo el alambrado debe cumplir con las secciones 501-4(b) y 501-5(b) y(c)

501-15. Partes vivas, Clase I, Divisiones 1 y 2. No debe haber partes eléctricamente vivas al descubierto

501-16. Puesta a tierra, Clase I, Divisiones 1 y 2. El alambrado y los equipos deben ponerse a tierra de acuerdo con el Artículo 250 y con los incisos (a) y (b) siguientes:

(a) **Punteado.** Para propósitos de punteado no se deben depender de contactos del tipo con conector, tuerca y contra tuerca, sino que se usarán puentes de unión con accesorios adecuados u otros medios de punteado adecuados. Tales medios de punteado se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas y envolventes que intervengan entre los lugares Clase I y el punto de puesta a tierra para el equipo de servicio o el punto de puesta a tierra de un sistema derivado por separado

Excepción: Los medios específicos de punteado solamente se requieren en el punto de

puesta a tierra del medio de desconexión de la construcción, tal como se indica en la Sección 250-24(a),(b)y(c), considerando que la protección de los circuitos derivados está localizada en el lado de los medios de desconexión de la carga

Nota: Ver la Sección 250-78 para requerimientos adicionales de puenteo en lugares clasificados como peligrosos.

(b) Tipos de conductores para equipo de puesta a tierra:

Cuando se utilicen tubos metálicos flexibles o tubos metálicos herméticos al líquido como se permite en la Sección 501-4(b) y se dependa de ellos para completar un solo trayecto de puesta a tierra del equipo, se deben instalar con puentes de unión internos o externos en forma paralela con cada tubo y se debe cumplir con la Sección 250-79.

Excepción: En los lugares Clase I, División 2, el puente de unión se puede suprimir cuando se cumplen todas las siguientes condiciones:

- a. Cuando se usa tubo metálico flexible hermético a líquidos certificado de 1.80 m o menos de longitud, con sus conexiones certificadas.
- b. Que la protección contra sobrecorriente en el circuito se limite a 10 A o menos.
- c. Que la carga no sea carga de potencia(fuerza).

501-17. Supresores de pico de tensión.

(a) Clase I, División 1. Los supresores de picos de tensión incluyendo su instalación y conexión deben cumplir con el Artículo 280. Los supresores de picos de tensión y capacitores deben instalarse en envolventes certificadas para lugares Clase I, División 1. Los capacitores para protección de picos deben ser del tipo diseñado para su uso específico

(b) Clase I, División 2. Los supresores de pico de tensión deben ser del tipo sin arqueos tales como un varistor de óxido metálico (VOM), tipo sellado y los capacitores para protección de picos deben ser del tipo diseñado para ese uso específico. Su instalación y conexión deben cumplir con el artículo 280

Se permiten envolventes del tipo uso general. Otros tipos de protección contra sobretensiones diferentes a los descritos anteriormente, deben instalarse en envolventes certificadas para lugares Clase I, División 1.

501-18. Circuitos derivados con multiconductores. En los lugares Clase I, División 1, un conductor separado puesto a tierra (neutro) debe ser instalado en cada circuito derivado monofásico individual, que es parte de un cable multiconductor.

Excepción Cuando el dispositivo de desconexión para el circuito, abre todos los conductores no aterrizados de un cable multiconductor simultáneamente

ARTÍCULO 502 LUGARES CLASE II

502-1. Disposiciones generales.

Las reglas generales de este Norma se deben aplicar al alambrado y equipos eléctricos en los lugares clasificados como Clase II en la Sección 500-6.

Excepción. Lo que está modificado por esta sección. "A prueba de ignición de polvo" significa en este artículo encerrado de tal manera que no permita la penetración de polvo y que cuando la instalación y su protección están hechos de acuerdo con esta norma, no permiten tampoco que arcos, chispas o calor generado, o liberado dentro de la envoltura cause la ignición de las acumulaciones externas o suspensiones atmosféricas de un polvo específico sobre o en las cercanías de la envoltura

Los equipos instalados en lugares Clase II deben ser capaces de funcionar a su capacidad

plena sin desarrollar temperaturas superficiales lo bastante altas para provocar una deshidratación excesiva o una carbonización gradual de cualquier depósito de polvos orgánicos que pueda ocurrir allí.

Nota: El polvo que está carbonizado o excesivamente seco es altamente susceptible a la ignición espontánea.

El equipo y el alambrado del tipo definido en la Sección 100 como a prueba de explosión, no debe ser requerido y no debe ser aceptado en lugares Clase II, a menos que estén certificados para esos lugares.

Los lugares Clase II, Grupo E en donde esta presente el polvo en cantidades peligrosas son solamente lugares División 1.

502-2. Transformadores y Capacitores.

(a) **Lugares Clase II, División 1.** En los lugares Clase II, División 1, los transformadores y capacitores deben cumplir con lo siguiente

(1) **Cuando contienen líquido combustible.** Los transformadores y capacitores que contienen líquido combustible deben instalarse solamente en bóvedas certificadas que cumplan con las Secciones 450-41 al 48 y además.

- 1).- Las puertas u otras aberturas de comunicación con un lugar de la División 1 deben tener puertas contra fuego que se cierran automáticamente a ambos lados de la pared, ajustadas cuidadosamente y dotadas de sellos adecuados (tales como bandas contra la intemperie) para reducir al mínimo la entrada de polvo a la bóveda,
- 2) - Las aberturas y ductos de ventilación se deben comunicar sólo con en el exterior, y 3).-se debe dotar de aberturas adecuadas de descarga de sobrepresión en comunicación con el exterior

(2) **Cuando no contienen líquido combustible.** Los transformadores y los capacitores que no tienen un líquido combustible deben: 1) - Instalarse en bóvedas de acuerdo con las Secciones 450-41 a 48 o 2) - ser de un tipo certificado para lugares Clase II como un conjunto, incluyendo sus terminales de conexión.

(3) **Polvos metálicos.** No debe instalarse ningún transformador o capacitor en donde pueden estar presentes polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce aluminio, o de cualquier otro metal de características peligrosas similares.

(b) **Clase II, División 2.** En los lugares Clase II, División 2, los transformadores y capacitores deben cumplir con lo siguiente

(1) **Cuando contienen líquido combustible.** Los transformadores y capacitores que contienen un líquido combustible, deben instalarse en bóvedas de acuerdo con las Secciones 450-41 a 48

(2) **Cuando contienen askarel.** Ver Sección 450-25

(3) **Transformadores de tipo seco.** Los transformadores de tipo seco se deben instalar en bóvedas, o deben: 1).- tener sus devanados y terminales de conexión encerrados en cajas metálicas herméticas sin ventilación o alguna otra abertura y 2).- operar a tensiones nominales que no excedan 600 V.

502-4. Métodos de instalación. Los métodos de instalación deben cumplir con (a) y (b) siguientes

(a) **Clase II, División 1.** En los lugares Clase II, División I, la instalación debe hacerse por medio de tubo metálico del tipo pesado (cédula 40) según NMX-B-208, o tipo semipesado NMX-B-209, o cables tipo MI con accesorios terminales certificados para estos lugares

El cable tipo MI debe instalarse y fijarse de manera que se eviten esfuerzos en los accesorios terminales

(1) **Accesorios y cajas.** Los accesorios y cajas deben estar provistos con entradas roscadas para la conexión a la tubería o a las terminales del cable. Deben tener tapas estrechamente ajustadas, sin aberturas (tales como huecos para tornillos de fijación) a través de las cuales pueda entrar polvo o escapar chispas o material en combustión. Los accesorios y cajas en los que se hacen derivaciones, uniones o conexiones terminales o que se usan en lugares donde haya polvo combustible, eléctricamente conductor, son del tipo certificado para lugares Clase II.

(2) **Conexiones flexibles.** Cuando es necesario ampliar conexiones flexibles, se deben usar conectores flexibles herméticos al polvo, tubo metálico flexible hermético a los líquidos, con accesorios certificados o cordón flexible certificado para uso extra rudo y dotado de accesorios.

Cuando los cordones flexibles son utilizados, éstos deben cumplir con la Sección 502-12. Donde las conexiones flexibles están expuestas a condiciones corrosivas o al aceite, el aislamiento de los cables debe ser de un tipo certificado para ello, o estar protegido por una cubierta adecuada.

Nota: Ver la Sección 502-16 (b) para requerimientos de puesta a tierra cuando el conducto flexible es usado.

(b) **Clase II, División 2.** En los lugares Clase II, División 2, se deben usar tubos metálicos del tipo pesado (cédula 40) según NMX-B-208, o del tipo semipesado según NMX-B-209 o cable tipo MI, MC, o SNM, con accesorios terminales certificados o cable tipo PLTC en charola para cable, o cable tipo MC o TC instalado en charola ventilada o canal ventilado, en una sola capa con un espacio entre cables no menor al diámetro del cable mayor de dos cables adyacentes.

Excepción. En la instalación de circuitos no incendiables se permite usar cualquiera de los métodos adecuados para instalación en una área ordinaria

(1) **Charolas, accesorios y cajas.** Las charolas metálicas con tapa y los accesorios y cajas en las cuales se realizan derivaciones, uniones o conexiones terminales se deben diseñar para reducir al mínimo la entrada de polvo, y además: 1) - Estar provistos de tapas telescópicas o bien ajustadas o de otro medio efectivo para impedir el escape de chispas o material en combustión, y 2) - No deben tener aberturas (tales como huecos para tornillos de fijación), a través de las cuales pueden escapar chispas o material en combustión después de instalado, o se pueda provocar la inflamación de materiales combustibles cercanos.

(2) **Conexiones flexibles.** Cuando sea necesario hacer conexiones flexibles se deben aplicar los requisitos de: (a) (2) anterior.

502-5. Sellado Clase II, Divisiones 1 y 2.

Cuando una canalización comunica una envolvente que sea a prueba de ignición de polvo con otra que no lo es, se deben tomar medidas adecuadas para impedir el paso del polvo a través de la canalización al interior de la envolvente a prueba de ignición de polvo. Uno de los siguientes medios debe emplearse: 1) - La colocación de un sello permanente y efectivo, 2) - un tramo horizontal de la canalización de longitud no menor de 3.00 m o 3) - una canalización de longitud no menor de 1.5 m y que baje verticalmente de la envolvente a prueba de ignición de polvo.

Cuando una canalización comunica una envolvente, que debe ser a prueba de ignición de polvo y una envolvente en un lugar no clasificado, los sellos no son requeridos. Los accesorios del sellado deben ser accesibles.

502-6. Interruptores, interruptores en caja moldeada, controladores de motor y fusibles.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

(a) **Clase II, División 1.** En los lugares Clase II, División 1, los interruptores, interruptores en caja moldeada, controladores de motor y los fusibles deben cumplir con lo siguiente:

- (1) **Tipo requerido.** Los interruptores, interruptores en caja moldeada, controladores de motor y fusibles, incluyendo los pulsadores, relevadores y demás dispositivos similares diseñados para interrumpir la corriente durante su operación normal y que se instalan donde pueda haber polvo combustible de naturaleza conductora, deben estar en envoltentes a prueba de ignición de polvo. Tanto la envoltente como los aparatos que encierran deben estar certificados como un ensamble completo para lugares Clase II.
- (2) **Desconectadores.** Los desconectadores que no tienen fusibles y no están destinados a interrumpir la corriente y que no están instalados donde puede haber polvos eléctricamente conductores, deben estar dentro de envoltentes metálicas herméticas, diseñadas para reducir al mínimo la entrada de polvo y deben: (1) Estar equipadas con tapas telescópicas o bien ajustadas, o con otros medios eficaces para impedir el escape de chispas de materiales en combustión, (2) No tener aberturas (tales como huecos para tornillos de fijación) a través de los cuales pueden escaparse después de la instalación chispas o materiales en combustión que pueden encender acumulaciones exteriores de polvo o de materiales combustibles contiguos
- (3) **Polvos metálicos.** En lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce aluminio, o de otros metales de características peligrosas similares, los fusibles, los interruptores, interruptores en caja moldeada y controladores de motor deben estar contenidos en envoltentes certificadas específicamente para tales lugares

(b) **Clase II, División 2.** En los lugares Clase II, División 2, las envoltentes para fusibles, interruptores, interruptores en caja moldeada y controladores de motor, incluyendo pulsadores, relevadores y otros dispositivos similares, deben ser herméticas al polvo.

502-7. Transformadores de control y resistencias.

(a) **Clase II, División 1.** En los lugares Clase II, División 1, los transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia y las resistencias, así como cualquier dispositivo de sobrecorriente o mecanismo de desconexión asociado con ellos, deben estar en envoltentes a prueba de ignición de polvo certificadas para lugares Clase II. No se debe instalar ningún transformador de control, bobina de impedancia o resistencia, en un lugar donde puede haber polvo de magnesio, aluminio, partículas de bronce aluminio o de otros metales de características peligrosas similares, a menos que estén en una envoltente específicamente certificada para tales lugares.

(b) **Clase II, División 2.** En los lugares Clase II, División 2, los transformadores y las resistencias, deben cumplir con lo siguiente:

- (1) **Mecanismos de desconexión.** Los mecanismos de desconexión (incluyendo los dispositivos de sobrecorriente) usados con transformadores de control, solenoides, bobinas y resistencias, deben estar provistos de envoltentes herméticas al polvo.
- (2) **Bobinas y devanados.** Los transformadores de control, solenoides y bobinas de impedancia que no están encerrados en la misma envoltente que los mecanismos de desconexión, deben estar en envoltentes metálicas herméticas sin orificios de ventilación
- (3) **Resistencias.** Las resistencias y dispositivos con resistencias deben estar dotados de envoltentes a prueba de ignición de polvo certificadas para lugares Clase II.

Excepción Cuando la temperatura máxima de funcionamiento de la resistencia no excede a 120°C, las resistencias no variables, o las resistencias que forman parte de una secuencia de

arranque automáticamente programada, pueden tener envolventes que cumplan con los requisitos de (b)(2) anterior.

502-8. Motores y generadores.

(a) **Clase II, División 1.** En los lugares Clase II, División 1, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotativas deben ser:

- (1) Certificadas para lugares Clase II, División 1, o:
- (2) Totalmente cerrados, ventilados por tubería y cumplir con las limitaciones de temperatura estipuladas en la Sección 502-1.

(b) **Clase II, División 2.** En los lugares Clase II, División 2, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotativas deben ser: encerrados totalmente sin ventilación, totalmente ventilados por tuberías, totalmente enfriados por ventilador encerrado o a prueba de ignición de polvo, para lo cual deben tener una temperatura externa máxima a plena carga de acuerdo con la Sección 500-3(f) para operación normal, cuando opera al aire libre (libre de polvo acumulado) y no deben tener aberturas externas.

Excepción. Si la autoridad competente considera que la acumulación de polvo no conductor ni abrasivo es pequeña, y si la maquinaria es fácilmente accesible para su limpieza y mantenimiento de rutina, se pueden instalar.

- a. Máquinas de tipo normalizado, abiertas, sin contactos deslizantes ni mecanismos centrífugos de desconexión o de otro tipo (incluyendo dispositivos de sobrecorriente, de sobrecarga y sobretensión) o dispositivos de resistencia incorporados.
- b. Maquinarias normalizadas de tipo abierto con contactos de mecanismo de desconexión o dispositivos de resistencia encerrados dentro de envolventes herméticas al polvo sin ventilación u otras aberturas.
- c. Motores con autolimpieza para textileras, del tipo de jaula de ardilla.

502-9. Tubería de ventilación. Los tubos de ventilación de motores, generadores u otras máquinas eléctricas rotativas o de las envolventes de equipos eléctricos, deben ser de lámina metálica de espesor no menor de 0.53 mm o de otro material igualmente incombustible y deben cumplir con lo siguiente: (1) conducir directamente a una fuente de aire limpio fuera del inmueble; (2) tener rejillas en los extremos exteriores para impedir la entrada de animales pequeños; y (3) estar protegidos contra daños materiales, contra la oxidación y demás influencias corrosivas

Los tubos de ventilación deben cumplir también con (a) y (b) siguientes.

(a) **Clase II, División 1.** En los lugares Clase II, División 1, los tubos de ventilación y sus conexiones a los motores o a las envolventes a prueba de ignición de polvo para otros equipos o aparatos, deben ser herméticos al polvo en toda su longitud. Para los tubos metálicos, las costuras y uniones deben cumplir con una de las condiciones siguientes: (1) ser remachadas y soldadas; (2) ser atornilladas y soldadas, (3) ser soldadas, o (4) ser herméticas al polvo por cualquier otro medio igualmente efectivo

(b) **Clase II, División 2.** En los lugares Clase II, División 2, los tubos de ventilación y sus conexiones deben ser lo suficientemente herméticos como para impedir la entrada de cantidades apreciables de polvo al interior de la envolvente o equipo ventilado, así como el escape de chispas, llamas o materiales en combustión que puedan encender las acumulaciones de polvo o materiales combustibles en las cercanías. En los tubos metálicos pueden utilizarse costuras de cierre y uniones remachadas o soldadas, y donde se necesite cierta flexibilidad, como en las conexiones a los motores eléctricos, se deben usar uniones deslizantes herméticamente ajustadas

502-10. Equipos de utilización.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

(a) **Clase II, División 1.** En los lugares Clase II, División 1, los equipos de utilización deben estar certificados como equipos para lugares Clase II. Donde pueda haber polvo de magnesio, aluminio, partículas de bronce aluminio y de otros metales de características peligrosas similares, todos los equipos deben estar certificados específicamente para tales lugares.

(b) **Clase II, División 2.** En los lugares Clase II, División 2, todos los equipos de utilización deben cumplir con lo siguiente:

(1) **Calentadores.** Los equipos de utilización calentados eléctricamente deben estar certificados para los lugares Clase II.

Excepción. El equipo de panel de calefacción radiante con cubierta metálica debe ser hermético al polvo y marcado de acuerdo con la Sección 500-3 (d).

(2) **Motores.** Los motores de accionamiento de los equipos de utilización deben cumplir con la Sección 502-8(b).

(3) **Interruptores en caja moldeada, interruptores, y fusibles.** Las envolventes para los interruptores en caja moldeada, interruptores y fusibles deben ser herméticas al polvo.

(4) **Transformadores, bobinas de impedancia y resistencias.** Los transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias, deben cumplir con la Sección 502-7 (b)

502-11. Aparatos de alumbrado. Los aparatos de alumbrado deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

(a) **Clase II, División 1.** En los lugares Clase II, División 1, los aparatos de alumbrado fijos y portátiles deben cumplir con lo siguiente

(1) **Aparatos certificados.** Cada aparato debe estar certificado para lugares Clase II y tener claramente marcada la potencia máxima de las lámparas para las cuales está certificado. En los lugares en donde puede haber polvo de magnesio y aluminio, partículas de bronce aluminio o de otros metales de iguales características peligrosas, los aparatos para alumbrado, fijos o portátiles, y todos sus equipos auxiliares deben estar certificados para el lugar específico

(2) **Daños materiales.** Cada aparato debe estar protegido contra daños materiales por medio de una guarda adecuada, o por su propia ubicación.

(3) **Aparatos colgantes.** Los aparatos colgantes deben estar suspendidos por medio de tubos rígidos metálicos del tipo pesado (cédula 40) según NMX-B-208, o del tipo semipesado según NMX-B-209, por cadenas con accesorios certificados, o por otros medios también adecuados. En los tubos rígidos de más de 30 cm se añadirá un sistema permanente y efectivo de fijación contra desplazamientos laterales, a un nivel no mayor de 30 cm sobre el extremo inferior de tubo o se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible certificado para este uso y para el lugar de montaje, colocado a no más de 30 cm del punto de fijación a la caja de accesorio de soporte. Las uniones roscadas deben estar dotadas de tornillos de fijación u otros medios efectivos para evitar que se afloje.

Cuando los conductores entre la caja o el accesorio de salida y el aparato colgante no vayan en un tubo, se debe usar cordón flexible certificado para trabajo pesado, y se deben colocar sellos adecuados donde el cordón entra en el aparato y en la caja de salida o el accesorio. No se debe usar el cordón flexible como medio de soporte del aparato.

(4) **Soportes.** Las cajas, cajas ensambladas y accesorios usados para soporte de los aparatos de alumbrado deben ser certificados para los lugares Clase II

(b) **Clase II, División 2.** En los lugares Clase II, División 2, los aparatos de alumbrado deben

cumplir con lo siguiente:

- (1) **Equipo de iluminación portátil.** El equipo de iluminación portátil debe estar certificado para lugares Clase II. Debe estar marcado claramente indicando la potencia máxima para el cual está certificado.
- (2) **Aparatos fijos.** Los aparatos de alumbrado fijos que no son de un tipo certificado para lugares Clase II, deben proveer envolventes para lámparas y portalámparas diseñados para reducir al mínimo el depósito de polvo sobre ellas e impedir el escape de chispas, materiales en combustión o metales calientes. Cada aparato debe estar claramente marcado para indicar la potencia máxima de las lámparas que pueden usarse sin que la temperatura de la superficie expuesta se exceda, de acuerdo con la Sección 500-3(f), bajo condiciones normales de uso.
- (3) **Daños materiales.** Los aparatos de alumbrados fijos deben estar protegidos contra daños materiales con guardas adecuadas o con su propia ubicación.
- (4) **Aparatos colgantes.** Los aparatos colgantes deben suspenderse por medio de tubos rígidos metálicos del tipo pesado (cédula 40) según NMX-B-208, o del tipo semipesado según NMX-B-209 o por cadenas con accesorios certificados, o por otros medios también adecuados. En los tubos rígidos de más de 30 cm se debe añadir un sistema permanente y efectivo de fijación contra desplazamientos laterales, a un nivel no mayor a 30 cm sobre el nivel inferior del tubo, o se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio conector flexible certificado para este uso y para el lugar de montaje, se debe colocar a no más de 30 cm del punto de fijación a la caja o accesorios de soporte. Cuando los conductores entre la caja y accesorios de salida y el aparato colgante no vayan dentro de un tubo, se debe usar cable flexible certificado para el trabajo pesado. No se debe usar el cordón flexible como medio de soporte del aparato.
- (5) **Lámparas de descarga.** Los equipos de arranque y control de las lámparas de descarga deben cumplir con la Sección 502-7 (b)

502-12. Cordones flexibles, Clase II, Divisiones 1 y 2.

Los cordones flexibles usados en lugares Clase II deben cumplir con lo siguiente: (1) ser de un tipo certificado para trabajo extrapesado, (2) contener, además de los conductores de circuito, un conductor de puesta a tierra de acuerdo con la Sección 400-23, (3) estar conectados a las terminales o a los conductores de alimentación de manera apropiada, (4) estar soportados por abrazaderas u otros medios adecuados, de tal manera que no se ejerzan esfuerzos en las terminales de conexión, (5) estar dotados de los sellos adecuados para impedir la penetración de polvo por donde el cordón flexible entra en la caja o en los accesorios que sean a prueba de ignición de polvo

502-13. Contactos y clavijas.

(a) **Clase II, División 1.** En los lugares Clase II, División 1, los contactos y clavijas deben ser del tipo con una conexión para el conductor de puesta a tierra del cordón flexible y deben estar certificados para lugares Clase II.

(b) **Clase II, División 2.** En los lugares Clase II, División 2, los contactos y clavijas deben ser del tipo con una conexión para el conductor de puesta a tierra del cordón flexible y deben estar diseñados de tal modo que no puedan hacerse las maniobras de conexión o desconexión del circuito mientras haya partes vivas expuestas

502-14. Sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicación, medidores, instrumentos y relevadores.

Nota: Véase el Artículo 800 para los requisitos que rigen la instalación de circuitos de

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

comunicaciones.

(a) Clase II, División 1. En los lugares Clase II, División 1, los sistemas de señalización, alarma, control remoto y sistemas de comunicaciones, medidores, instrumentos y relevadores deben cumplir con lo siguiente.

- (1) **Métodos de instalación.** Los métodos de instalación deben cumplir con la Sección 502-4(a)
- (2) **Contactos.** Los interruptores, interruptores en cajas moldeadas, relevadores, contactores, fusibles y los contactos que interrumpen corriente de campanas, altavoces y sirenas, así como los demás dispositivos en los cuales pueden producirse chispas o arcos, deben estar encerrados en envolventes certificadas para lugares Clase II.

Excepción Cuando los contactos de apertura están sumergidos en aceite o cuando la interrupción de la corriente se produce dentro de una cámara sellada contra la entrada de polvo, las envolventes pueden ser del tipo para uso general.

- (3) **Resistencias y equipos similares.** Las resistencias, transformadores, bobinas, rectificadores, tubos termoiónicos y demás equipos o aparatos generadores de calor, deben estar encerrados en envolventes certificadas para lugares Clase II.

Excepción. Cuando las resistencias o equipos similares están sumergidas en aceite, o contenidas en una cámara sellada a prueba de entrada de polvo, las envolventes pueden ser del tipo de uso general.

- (4) **Maquinarias rotativas.** Los motores, generadores y demás maquinarias rotativas eléctricas deben cumplir con la Sección 502-8 (a)
- (5) **Polvos combustibles y eléctricamente conductores.** Donde haya polvos combustibles y eléctricamente conductores, todos el alambrado y equipo debe estar certificado para lugares Clase II.
- (6) **Polvos metálicos.** Donde puede haber polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce aluminio o de otros metales de características peligrosas similares, todos los aparatos y equipos deben estar certificados para esas condiciones específicas

(b) Clase II, División 2. En los lugares Clase II, División 2, los sistemas de señalización, alarma control remoto y sistemas de comunicación medidores, instrumentos y relevadores deben cumplir con lo siguiente

- (1) **Contactos.** Las envolventes deben cumplir con lo indicado en (a) (2) anterior, o los contactos deben estar dentro de envolventes metálicas herméticas diseñadas para reducir al mínimo la entrada de polvo en tapas telescópicas o bien ajustadas y sin aberturas a través de las cuales pueden salir chispas o materiales encendidos.
- (2) **Transformadores y equipos similares.** Los devanados y las terminales de conexión de los transformadores y bobinas deben estar dentro de envolventes metálicas herméticas sin aberturas de ventilación
- (3) **Resistencias y equipos similares.** Las resistencias, dispositivos de resistencia, tubos termoiónicos, los rectificadores y equipo similar deben cumplir con (a)(3) anterior.

Excepción. Las envolventes de las tubos termoiónicos, las resistencias no variables, o rectificadores cuya temperatura máxima de funcionamiento no sea mayor de 120°C, pueden ser del tipo de uso general.

- (4) **Maquinarias rotativas.** Los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotativas deben cumplir con la Sección 502-8 (b).
- (5) **Métodos de instalación.** Los métodos de instalación deben cumplir con la Sección 502-4(b)

502-15. Partes vivas, Clase II, Divisiones 1 y 2. Las partes vivas no deben estar expuestas

502-16. Puesta a tierra, Clase II, Divisiones 1 y 2. El alambrado y equipo deben ser puestos a tierra de acuerdo con la sección 250 y los siguientes requisitos:

(a) **Punteado.** Para propósitos de continuidad no se debe depender de contactos del tipo con conector, tuerca y contra tuerca, sino que se deben usar puentes de unión con accesorios adecuados u otros medios de punteado adecuados. Tales medios de punteado se aplican a todas las canalizaciones, accesorios, cajas y envolventes que intervengan en los lugares Clase II desde el punto de puesta a tierra hasta el equipo de servicio, o el punto de puesta a tierra de un sistema derivado por separado.

Excepción: Los medios específicos de punteado solamente se requieren en el punto de puesta a tierra del medio de desconexión de la construcción, tal como se indica en la Sección 250-24 (a), (b) y (c), considerando que la protección de los circuitos derivados está localizada en el lado de los medios de desconexión de la carga.

Nota: Ver la Sección 250-78 para requerimientos adicionales de puenteo en lugares clasificados como peligrosos.

(b) **Tipo de conductores de puesta a tierra del equipo.** Cuando el tubo flexible se usa como se permite en la Sección 502-4, debe ser instalado con puentes de unión internos o externos en forma paralela con cada tubo y cumpliendo con la Sección 250-79.

Excepción: En los lugares Clase II, División 2, el puente de unión se puede suprimir cuando se cumplen todas las siguientes condiciones:

- a. Cuando se use tubo metálico flexible hermético a líquidos certificado, de 1.80 m o menos de longitud, con sus conexiones certificadas.
- b. Cuando la protección contra sobrecorriente en el circuito esta limitada a 10 A o menos.
- c. Que la carga no sea carga de potencia(fuerza).

502-17. Supresores de pico de tensión, Clase II, Divisiones 1 y 2.

Los supresores de pico de tensión incluyendo su instalación y conexión deben cumplir con el Artículo 280. Además los supresores de pico si son instalados en lugares Clase II, División 1 deben estar en envolventes apropiadas

Los capacitores para protección de picos deben ser del tipo diseñado para su uso específico

502-18. Circuitos derivados de cables multiconductores.

En lugares Clase II, División 1, un conductor de puesta a tierra se instala en cada circuito derivado monofásico que es parte de un cable multiconductor.

Excepción. Donde el dispositivo de desconexión para el circuito abre todos los conductores no aterrizados de un cable multiconductor simultáneamente.

ARTICULO 503 LUGARES CLASE III

503-1. Generales.

Las disposiciones generales de esta Norma se aplican al alambrado y equipo eléctrico en lugares clasificados como Clase III en la Sección 500-7.

Excepción: Como lo modifica este artículo.

El equipo instalado en lugares Clase III debe ser capaz de operar a plena carga sin desarrollar en su superficie una temperatura capaz de causar una deshidratación excesiva o carbonización gradual de fibras o pelusas acumuladas. Los materiales orgánicos carbonizados o excesivamente deshidratados tienen una alta probabilidad de combustión espontánea. La máxima temperatura en la superficie bajo condiciones de operación, no debe exceder de 165°C para equipos no sujetos a sobrecargas, y 120°C para equipos (tales como motores y

transformadores de distribución) que puedan sobrecargarse.

503-2. Transformadores y capacitores, Clase III, Divisiones 1 Y 2. Los transformadores y capacitores deben cumplir con la Sección 502-2(b).

503-3. Métodos de instalación.

Los métodos de instalación deben cumplir con los incisos (a) y (b).

(a) **Clase III, División 1.** En lugares Clase III, División 1, el método de instalación debe ser tubo metálico del tipo semipesado según NMX-B-209, ductos a prueba de polvo, o cables tipo MC, MI o SNM con accesorios terminales certificados

(1) **Cajas y accesorios.** Todas las cajas y accesorios deben ser a prueba de polvo

(2) **Conexiones flexibles.** Donde es necesario el emplear conexiones flexibles, se deben usar conectores flexibles a prueba de polvo, conduit metálico flexible a prueba de líquidos con accesorios certificados, conduit no metálico flexible a prueba de líquidos con accesorios certificados, o cordones flexibles conforme a la Sección 503-10.

Nota: Ver la Sección 503-16(b) para los requerimientos de puesta a tierra cuando se usa conduit flexible

(b) **Clase III, División 2.** En los lugares Clase III, División 2, el método de instalación debe cumplir con el inciso (a) anterior.

Excepción: En las secciones, compartimientos, o áreas usadas solamente para el almacenaje y que no contenga maquinaria, se puede usar instalaciones al descubierto sobre aisladores acorde al Artículo 320, pero solamente a condición de que exista una protección como la requerida por la Sección 320-14 cuando los conductores no viajan por azoteas y están lejos de fuentes de daño físico

503-4. Interruptores, interruptores en caja moldeada, controladores de motor y fusibles Clase III, Divisiones 1 y 2.

Los interruptores, interruptores en caja moldeada, controladores de motor y fusibles, incluyendo estaciones de botones, relevadores, dispositivos similares, deben tener envolventes a prueba de polvo.

503-5. Transformadores de control y resistencias, Clase III, Divisiones 1 y 2.

Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias usadas como o en conjunto con equipos de control para motores, generadores y otros aparatos deben tener envolventes a prueba de polvo conforme a las limitaciones de temperatura de la Sección 503-1

503-6. Motores y generadores, Clase III, Divisiones 1 y 2.

En lugares Clase III, Divisiones 1 y 2, los motores, generadores y otras máquinas rotatorias deben ser totalmente cerradas no ventiladas, totalmente cerradas con tubería de ventilación, o totalmente cerradas enfriadas con ventilador

Excepción. En lugares donde a juicio de la autoridad competente, sólo se da una moderada acumulación de pelusa en o en la vecindad de una máquina rotatoria eléctrica, y donde tal máquina es fácilmente accesible a la limpieza y mantenimiento de rutina, se permite cualquiera de los siguientes

- a. Motores textiles auto-limpiantes del tipo jaula de ardilla;
- b. Motores normales del tipo abierto sin contactos deslizantes u otro tipo de mecanismo de conmutación, incluyendo dispositivos de sobrecarga para el motor, o
- c. Motores normales del tipo abierto con contactos tales como, mecanismos de conmutación o dispositivos de resistencia encerrados dentro de envolventes herméticas sin ventilación u otras aberturas.

503-7. Tuberías de ventilación, Clase III, Divisiones 1 y 2.

Los tubos de ventilación para motores, generadores, u otras máquinas rotatorias, o para gabinetes de equipo eléctrico, deben ser de metal con espesor no menor a 533 micrómetros, o de un material incombustible substancialmente igual, y que cumpla con lo siguiente: (1) conducir directamente a una fuente de aire limpio exterior fuera del local; (2) tener barreras en los extremos exteriores para impedir el paso de pequeños animales y aves; y (3) estar protegidos contra daño físico, corrosión u otras influencias corrosivas. Las tuberías de ventilación deben estar suficientemente selladas, incluso sus conexiones, para prevenir la entrada de cantidades apreciables de fibras o pelusas dentro de los equipos o gabinetes ventilados, e impedir el escape de chispas, flamas o material encendido que pueda incendiar fibras o pelusas de material combustible en la vecindad. Para tuberías metálicas, se permiten uniones de costura sellada, engargolada o soldadas; se permiten uniones de pestañas herméticas donde cierta flexibilidad es necesaria, como en las conexiones a los motores.

503-8. Equipos de utilización, Clase III, Divisiones 1 y 2.

(a) **Calentadores.** Los equipos de utilización de calentamiento eléctrico deben estar certificados para lugares Clase III.

(b) **Motores.** Los motores de accionamiento deben cumplir con la Sección 503-6

(c) **Interruptores, interruptores en caja moldeada, controladores de motor y fusibles.** Los interruptores, interruptores en caja moldeada, controladores de motor y fusibles, deben cumplir con la Sección 503-4

503-9. Aparatos de alumbrado Clase III, Divisiones 1 y 2.

(a) **Luminarias fijas.** Las luminarias para alumbrado fijo deben tener envolventes para las lámparas y portalámparas diseñadas para minimizar la entrada de fibras y pelusas y prevenir la salida de chispas, material encendido, o metal caliente. Cada luminaria debe mostrar claramente la potencia de las lámparas permitidas para no exceder una temperatura de 165°C en las superficies expuestas bajo condiciones normales de uso

(b) **Daño físico.** Una luminaria expuesta a daño físico debe estar protegida con una guarda adecuada.

(c) **Luminarias colgantes.** Las luminarias colgantes deben suspenderse mediante vástagos roscados de conduit metálico rígido, tubería metálica roscada de espesor equivalente, o cadenas con accesorios certificados. Para vástagos mayores a 30 cm, se deben disponer tirantes permanentes y efectivos para impedir desplazamientos laterales a un nivel no mayor a 30 cm del extremo inferior del vástago, o flexibilidad en la forma de un accesorio certificados o disponer de un conector flexible a no más de 30 cm del punto de unión a la caja o accesorio de soporte

(d) **Equipo portátil de alumbrado.** El equipo portátil de alumbrado debe tener agarraderas y estar protegido con guardas adecuadas. Los portalámparas deben ser del tipo sin interruptor, sin preparaciones para recibir clavijas. No deben tener partes metálicas portadoras de corriente expuestas, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente deben estar puestas a tierra. En todos los otros aspectos, el equipo portátil de alumbrado debe cumplir con el inciso (a) anterior.

503-10. Cordones flexibles Clase III, Divisiones 1 y 2.

Los cordones flexibles deben cumplir con lo siguiente. (1) ser del tipo certificado para uso extra rudo, (2) tener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra conforme a la Sección 400-23, (3) estar conectados a terminales o conductores de alimentación de manera aprobada, (4) estar soportada por clemas u otros medios adecuados de manera tal

que no exista tensión en las terminales de conexión; y (5) estar provistos de medios adecuados para impedir la entrada de fibras o pelusas donde el cordón entra en cajas o accesorios.

503-11. Contactos y clavijas Clase III, Divisiones 1 y 2.

Los contactos y clavijas deben ser del tipo con conexión a tierra, y estar diseñadas para minimizar la acumulación o entrada de fibras y pelusas, y prevenir el escape de chispas o partículas fundidas.

Excepción: En lugares donde a juicio de la autoridad competente, sólo se da una moderada acumulación de pelusa en o en la vecindad de un contacto, y donde tal contacto es fácilmente accesible a la limpieza y mantenimiento de rutina, se permite usar contacto de usos generales con conexión a tierra montados para minimizar la entrada de fibras y pelusas.

503-12. Sistemas de señalización, alarma, control remoto y altavoces de intercomunicación Clase III, Divisiones 1 y 2.

Los sistemas de señalización, alarma, control remoto y altavoces de intercomunicación deben cumplir con los requisitos del Artículo 503 relativos a métodos de alambrado, interruptores, transformadores, resistencias, motores, luminarias y componentes relacionados.

503-13. Grúas, montacargas y equipos eléctricos similares Clase III, Divisiones 1 y 2.

Cuando se instalan para operar sobre fibras combustibles o acumulaciones de pelusa grúas viajeras y montacargas para el manejo de materiales, limpiadoras viajeras para máquinas textiles, y equipos similares, deben cumplir con los incisos (a) a (d) siguientes:

(a) **Alimentación.** Los conductores de contacto de alimentación deben estar aislados de todos los otros sistemas y estar equipados con un detector de tierra aceptable que da la alarma y automáticamente desenergiza los conductores de contacto en caso de una falla a tierra, o que da una alarma visual y audible mientras los conductores de contacto están energizados y la falla a tierra continúa

(b) **Conductores de contacto.** Los conductores de contacto deben ubicarse o resguardarse para ser inaccesibles a personal no autorizado y estar protegidos contra contactos accidentales con objetos extraños

(c) **Escobillas o colectores de corriente.** Las escobillas deben acomodarse o resguardarse para confinar el chisporroteo normal y prevenir el escape de chispas o partículas calientes. Para reducir el chisporroteo, dos o más superficies de contacto separadas deben colocarse en cada conductor de contacto. Deben tenerse medios confiables para resguardar a los conductores y escobillas de la acumulación de pelusa.

(d) **Equipo de control.** El equipo de control debe cumplir con las Secciones 503-4 y 503-5.

503-14. Bancos de baterías Clase III, Divisiones 1 y 2.

Los bancos de baterías debe localizarse en cuartos separados construidos o delineados con materiales considerablemente incombustibles diseñados de forma que excluyan adecuadamente la pelusa y estén bien ventilados

503-15. Partes vivas Clase III, Divisiones 1 y 2.

Las partes vivas no deben estar expuestas

Excepción Tal como se anota en el Sección 503-13.

503-16. Puesta a tierra Clase III, Divisiones 1 y 2.

El alambrado y equipo Clase III, Divisiones 1 y 2 debe ponerse a tierra como se especifica en el Artículo 250 y en los requerimientos siguientes

(a) **Puentes de unión.** Los contactos tipo contratuerca-monitor y contratuerca no deben considerarse para propósitos de puentes de unión, pero pueden usarse puentes de unión con los

accesorios adecuados o cualquier otro medio de unión adecuado. Tales medios de puenteo deben ser aplicados a las canalizaciones, accesorios, cajas, gabinetes, etc., entre los lugares Clase III y el punto de puesta a tierra para el equipo de acometida o el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado

Excepción: Los medios especificados para puentes de unión deben exigirse únicamente al punto de puesta a tierra del medio de desconexión del inmueble como se especifica en las Secciones 250-24 (a), (b) y (c), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado se localice del lado de carga del medio de desconexión.

Nota: Ver la Sección 250-78 para requerimientos adicionales para puentes de unión en lugares clasificados (peligrosos).

(b) Conductores de puesta a tierra de equipos. Donde se use conduit flexible como se permite en la Sección 503-3, debe instalarse un puente de unión externo ó interno en paralelo con cada conduit y conforme la Sección 250-79.

Excepción: En los lugares Clase III, Divisiones 1 y 2, el puente de unión se puede suprimir cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

- a. Cuando se use tubo metálico flexible hermético a líquidos certificado de 1.80 m o menos de longitud con sus conexiones certificadas
- b. Que la protección contra sobrecorriente en el circuito este limitada a 10 A o menos.
- c. Que la carga no sea carga de potencia(fuerza).

ARTICULO 504 SISTEMAS INTRINSECAMENTE SEGUROS

504-1. Alcance.

Este artículo cubre la instalación y alambrado de aparatos y sistemas intrinsecamente seguros (I.S.), para lugares Clase I, II y III.

504-2. Definiciones.

Para propósitos de esta Sección:

Aparatos asociados: Aparatos en los que los circuitos en sí no son necesariamente intrinsecamente seguros, pero que actúan sobre la energía en circuitos intrinsecamente seguros e intervienen para mantener la seguridad intrínseca. Los aparatos asociados pueden ser:

1. Aparatos eléctricos con un tipo de protección alternativa para uso en lugares peligrosos (clasificados) apropiados, o
2. Aparatos eléctricos no así protegidos que no puedan ser usados dentro de un local peligroso (clasificado).

Nota: Los aparatos asociados tienen identificados conectores intrinsecamente seguros para aparatos intrinsecamente seguros, y tienen también conexiones para aparatos no intrinsecamente seguros.

Diagrama de control: Un diagrama o documento proporcionado por el fabricante del aparato intrinsecamente seguro o asociado, que detalle las conexiones permitidas entre los aparatos intrinsecamente seguros y los asociados

Circuitos intrinsecamente seguros diferentes: Circuitos intrinsecamente seguros diferentes son circuitos intrinsecamente seguros en los cuales las distintas interconexiones posibles no han sido evaluadas o aprobadas como intrinsecamente seguras

Aparato intrinsecamente seguro: Aparato en el cuál todos los circuitos son intrinsecamente seguros.

Circuito intrínsecamente seguro: Circuito en el cual cualquier chispa o efecto térmico es incapaz de causar la ignición de una mezcla de material combustible o inflamable en aire bajo condiciones de prueba prescritas.

Sistema intrínsecamente seguro: Un montaje o interconexión de aparatos intrínsecamente seguros, asociados y cables de interconexión en el cual aquellas partes a ser usadas en un lugar peligroso (clasificado) son circuitos intrínsecamente seguros.

Nota: Un sistema intrínsecamente seguro puede incluir más de un circuito intrínsecamente seguro.

504-3. Aplicación de otros artículos.

Excepto por las modificaciones previstas por esta Sección, todas las secciones aplicables de esta Norma deben cumplirse

504-4. Equipo certificado.

Todo aparato intrínsecamente seguro y aparatos asociados deben estar certificados.

504-10. Instalación de equipo.

(a) **Diagrama de control.** Los aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados y otros equipos, deben instalarse de acuerdo con los diagramas de control

Nota: La identificación del diagrama de control está marcada en el aparato.

(b) **Ubicación.** Los aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados pueden instalarse en cualquier lugar peligroso (clasificado) para el cual han sido certificados.

Nota: Los aparatos asociados pueden instalarse en lugares peligrosos (clasificados) si se protegen como se marca en los Artículos 501 al 503.

Envoltentes de usos generales se permiten para aparatos intrínsecamente seguros.

504-20. Métodos de instalación.

Los aparatos intrínsecamente seguros y alambrado, pueden instalarse usando cualquiera de los métodos de alambrado para lugares no clasificados. La aplicación de sellos debe ajustarse a la Sección 504-70, y la separación como se marca en la Sección 504-30.

504-30 Separación de conductores intrínsecamente seguros.

(a) **De conductores de circuitos no intrínsecamente seguros.**

(1) **Instalaciones abiertas.** Los conductores y cables de circuitos intrínsecamente seguros que no están en tuberías o charolas, deben separarse y asegurarse cuando menos a 50 mm de los conductores y cables de cualquier circuito no intrínsecamente seguro.

Excepción. Donde o (1) todos los conductores de circuitos intrínsecamente seguros son del tipo MI, MC o SNM, o (2) todos los conductores de circuitos no intrínsecamente seguros están en canalizaciones o son cables del tipo MI, MC o SNM, donde la envoltente o cubierta es capaz de llevar la corriente de falla a tierra

(2) **En tuberías, charolas y cables.** Los conductores de circuitos intrínsecamente seguros no deben colocarse en cualquier canalización, charola o cable con conductores de cualquier circuito no intrínsecamente seguro

Excepción No. 1 Donde los conductores de circuitos intrínsecamente seguros están separados y asegurados de los conductores de circuitos no intrínsecamente seguros una distancia de al menos 50 mm, o mediante un separador metálico puesto a tierra o un separador de aislamiento aprobado.

Nota: Un separador metálico con espesor de 912 micrómetros o más de espesor, se considera normalmente aceptable.

Excepción No. 2. Donde o (1) todos los conductores de circuitos intrínsecamente seguros o

(2) todos los conductores de circuitos no intrínsecamente seguros están en cables con cubierta o envoltura metálica y ésta es capaz de transportar la corriente de falla a tierra.

Nota: Los cables que cumplen con los requerimientos de los Artículos 330, 334 y 337 son típicos de aquellos considerados aceptables.

(3) **Dentro de envolventes.**

- a. Los conductores de circuitos intrínsecamente seguros deben separarse al menos 50 mm de los conductores de cualquier circuito no intrínsecamente seguro, o como se especifica en la Sección 504-30 (a)(2).
- b. Todos los conductores deben asegurarse de suerte que cualquier conductor que se afloje o zafe de una terminal no pueda entrar en contacto con otra terminal.

Nota 1: El uso de compartimientos separados de alambrado para terminales intrínseca y no intrínsecamente seguras, es el método preferido para cumplir con este requisito

Nota 2: Las barreras físicas tales como separadores metálicos puestos a tierra o de aislamientos certificados o ductos de acceso restringido separados de otros ductos parecidos al menos 19 mm, pueden ser usados para ayudar a obtener la separación del alambrado.

(b) **De conductores de circuitos intrínsecamente seguros diferentes.** Los circuitos intrínsecamente seguros diferentes deben estar en cables separados, o deben separarse por cualquiera de los siguientes medios:

- (1) Los conductores de cada circuito están dentro de una cubierta metálica puesta a tierra;
- (2) Los conductores de cada circuito tienen un aislamiento con un espesor mínimo de 254 micrómetros.

Excepción. O cualquier otro certificado.

504-50. Puesta a tierra.

(a) **Aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados y canalizaciones.** Aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados, pantallas metálicas, envolventes y canalizaciones, si son metálicas, deben ponerse a tierra.

Nota: Conexiones suplementarias al electrodo de puesta a tierra pueden ser necesarios para ciertos aparatos asociados, por ejemplo, diodos de barrera zener, si se especifica en el diagrama de control.

(b) **Conexión al electrodo de puesta a tierra.** Donde la conexión a un electrodo de puesta a tierra se requiera, dicho electrodo debe ajustarse a las especificaciones de las Secciones 250-81(a), (b), (c), (d) y debe cumplir con las Sección 250-26(c). Las secciones 250-83 no debe ser usado si los electrodos especificados en la Sección 250-81 están disponibles

(c) **Pantallas.** Cuando se usen conductores o cables con pantallas, éstas deben ser puestas a tierra

Excepción Cuando la pantalla es parte de un circuito intrínsecamente seguro.

504-60. Punteado.

(a) **Lugares peligrosos.** En lugares clasificados como peligrosos, los aparatos intrínsecamente seguros deben estar punteados en la zona (clasificada) peligrosa acorde con la Sección 250-78

(b) **Lugares no peligrosos.** En lugares no peligrosos, donde se usan canalizaciones metálicas para alambrado de sistemas intrínsecamente seguros en lugares peligrosos, los aparatos asociados deben puntearse en concordancia con las Secciones 501-16(a), 502-16(a) o 503-16(a) como corresponda

504-70. Sellado.

Los cables y tuberías que deban ser sellados de acuerdo a las Secciones 501-5 y 502-5,

deben sellarse para minimizar el paso de gases, vapores y polvos.

Excepción: No se requieren sellos para las envolventes que contienen únicamente aparatos intrínsecamente seguros, excepto por lo requerido por la Sección 501-5(f)(3)

Nota: No es la intención de este artículo el requerir un sello a prueba de explosión.

504-80. Identificación.

Las etiquetas requeridas por esta Sección deben ser adecuadas para el ambiente donde se instalan, considerando la exposición a la luz del sol y químicos.

(a) **Terminales.** Los circuitos intrínsecamente seguros deben identificarse en sus terminales y lugares de unión, a manera de evitar la interferencia no intencionadas con los circuitos durante pruebas y mantenimiento.

(b) **Instalación.** Canalizaciones, charolas, y alambrado abierto para sistemas intrínsecamente seguros deben identificarse con etiquetas permanentemente adheridas con las palabras "Alambrado Intrínsecamente Seguro" o equivalentes. Las etiquetas deben estar ubicadas de manera que sean visibles tras la instalación y fácilmente rastreables a todo lo largo de la instalación. El espaciamiento entre las etiquetas no debe ser mayor a 8 m

Excepción: Los circuitos que corren bajo piso pueden ser identificados donde son accesibles tras emerger del suelo

Nota No. 1: Los métodos de instalación permitidos en lugares no peligrosos pueden usarse para sistemas intrínsecamente seguros en lugares clasificados como peligrosos. Sin etiquetas que identifiquen la aplicación del alambrado, las autoridades no pueden determinar si la instalación cumple con la Norma

Nota No. 2: En lugares no peligrosos, la identificación es necesaria para asegurar que no se colocará inadvertidamente alambre no intrínsecamente seguro a las canalizaciones existentes, en fecha posterior

(c) **Código de colores.** Un código de colores se permite para identificar los conductores intrínsecamente seguros con un color azul claro, y siempre que no se usen otros conductores de color azul claro

ARTICULO 510. LUGARES CLASIFICADOS COMO PELIGROSOS ESPECIFICOS.

510-1. Alcance.

Los Artículos 511 al 517 cubren locales o partes de locales que pueden ser peligrosas debido a la concentración de líquidos, gases o vapores inflamables, o debido a la acumulación o depósitos de materiales de fácil ignición

510-2. Generales.

Las disposiciones generales de esta Norma se aplican al alambrado eléctrico y equipo en locales y aplicaciones dentro del alcance de los Artículos 511 al 517, excepto aquellas reglas modificadas en esos artículos. Donde existan condiciones inusuales en un local o aplicación, la autoridad con la debida jurisdicción debe juzgar con respecto a la aplicación de las reglas específicas

ARTICULO 511.- COCHERAS DE SERVICIO, DE

REPARACION Y ALMACENAMIENTO.

511-1. Alcance.

Estos lugares incluyen los locales empleados para trabajos de servicio y reparación de vehículos autopropulsados (incluyendo carros particulares, autobuses, camiones, tractores, etc.) en los cuales los líquidos volátiles inflamables se usan como combustible o fuente de energía.

511-2. Lugares.

La áreas en que el combustible inflamable es transferido a los tanques de combustible de los vehículos deben estar conforme con el Artículo 514. Las cocheras para estacionamiento o almacenamiento y donde no se hacen trabajos de reparación, sino sólo se intercambian partes y se da mantenimiento de rutina que no requiere el uso de equipo eléctrico, llama expuesta, soldadura o el uso de líquidos volátiles inflamables, no son áreas clasificadas, pero deben estar adecuadamente ventiladas para sacar los vapores contaminados de las máquinas.

511-3. Lugares Clase I.

Clasificados según el Artículo 500.

(a) **Hasta un nivel de 45 cm sobre el nivel del piso.** Se debe considerar que toda el área en cada piso a nivel del terreno o por encima del mismo, es un lugar Clase I, División 2, hasta una altura de 45 cm sobre el nivel del piso, excepto cuando la autoridad competente determine que hay ventilación mecánica suficiente para proveer un mínimo de cuatro cambios de aire por hora.

(b) **Todo foso o depresión por debajo del nivel del piso.** Todo foso o depresión por debajo del nivel del piso debe considerarse como lugar Clase I, División 1, hasta el nivel del piso, excepto cuando en ellos hayan seis cambios de aire por hora y el aire sea expelido hasta el nivel del suelo, en cuyo caso la autoridad competente puede declararlo Clase I, División 2

Excepción: Los cuartos de servicio y lubricación sin surtidores, deben clasificarse de acuerdo con la tabla 514 2

(c) **Areas adyacentes a lugares definidos con ventilación de presión positiva.** Areas adyacentes a lugares definidos en las cuales no es probable que se desprendan vapores peligrosos, tales como los locales de almacenamiento, los locales de tableros de distribución eléctrica y demás locales similares, cuando tienen ventilación mecánica al ritmo de 4 o más cambios por hora o están adecuadamente separados por paredes o tabiques, no deben ser lugares clasificados.

(d) **Areas adyacentes por permiso especial.** Los lugares adyacentes que por razón de ventilación, diferencias de presión de aire o distanciamiento físico tales que, según la opinión de la autoridad competente, no ofrecen peligro, se clasifican como no peligrosos

(e) **Unidades de despachos de combustible.** Cuando existan unidades de despacho de combustible (que no sea gas de petróleo licuado, lo que está prohibido) colocadas dentro de inmuebles se deben cumplir con los requisitos de la Artículo 514

Quando se provee la ventilación forzada del lugar de despacho, los controles deben estar interconectados para que la bomba de despacho no pueda funcionar sin la ventilación prescrita en el Sección 500-5(b)

(f) **Equipos de iluminación portátil.** El equipo de iluminación portátil debe estar equipado con mango, portalámparas, gancho y protección sustancial fijada al portalámparas o al mango. Todas las superficies exteriores que puedan hacer contacto con terminales de baterías, terminales de cableado y otros objetos, deben ser de material no conductor o deben estar protegidas con aislamiento. Los portalámparas deben ser de un tipo sin interruptor y no deben estar provistos de medios para conectar enchufes o contactos. La envoltura exterior debe ser de

compuesto moldeado o de otro material certificado para el uso. A menos que la lámpara y su cordón estén soportados o dispuestos de tal manera que no puedan usarse en lugares clasificados en la Sección 511-3, deben ser de tipo certificado para lugares Clase I, División 1.

511-4. Instalación y equipos en los lugares Clase I.

Los conductores y equipos instalados en lugares Clase 1 que se definen en la Sección 511-3, deben cumplir con las disposiciones aplicables al Artículo 501. Las canalizaciones embutidas en paredes de mampostería o enterradas debajo de un piso, deben considerarse como pertenecientes al lugar Clase I que está por encima del piso, si cualquier conexión o extensión entra o atraviesa tales áreas.

511-5. Sellado.

Deben colocarse sellos certificados de acuerdo con la Sección 501-5 y se deben aplicar los requisitos de la Sección 501-5(b) (2), a los límites horizontales y verticales de los lugares clasificados Clase I.

511-6. Cableado en espacios por encima de lugares Clase I.

(a) **Cableado fijo encima de lugares Clase I.** Todo el cableado fijo encima de lugares Clase I debe estar dentro de tubería metálica del tipo pesado (cédula 40) según NMX-B-208, conduit metálico flexible, conduit metálico flexible a prueba de líquidos o conduit no metálico flexible a prueba de líquidos o debe ser hecho con cables tipo MI, TC, SNM, o MC de acuerdo con el artículo 725. Las canalizaciones de pisos celulares metálicos o pisos celulares de concreto pueden utilizarse solamente para alimentar salidas de cielo raso o ramales hacia el área por debajo del piso, pero dichas canalizaciones no deben tener conexiones que lleven hacia lugares Clase I por encima del piso o las atraviese.

(b) **Aparatos colgantes.** Los cordones flexibles para suspender aparatos colgantes deben ser adecuados para ese tipo de servicio y certificados para uso rudo.

(c) **Conductores puestos a tierra.** Cuando un circuito que alimente accesorios colgantes o portátiles incluya un conductor puesto a tierra, como está estipulado en el artículo 200, los contactos, enchufes, conectores y demás dispositivos similares deben ser de tipo polarizado y el conductor puesto a tierra del cordón flexible debe conectarse al tornillo de cualquier portalámparas o al terminal puesto a tierra de cualquier equipo suministrado.

(d) **Contactos fijos.** Los contactos fijos deben estar colocados por encima del nivel de cualquier lugar definido como Clase I, o estar certificados para el lugar.

511-7. Equipos por encima de lugares Clase I.

(a) **Equipos que producen arcos.** Los equipos que estén a menos de 3.60 m por encima del nivel piso, y que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como fusibles o cortacircuitos, tableros para carga de acumuladores, generadores, motores y otros equipos (excluyendo los contactos, lámparas y portalámparas) que tengan contactos de cierre y aberturá o deslizantes, deben ser del tipo totalmente cerrado o contruidos de tal modo que se impida la salida de chispas o partículas metálicas calientes.

(b) **Alumbrado fijo.** Los portalámparas y las lámparas de alumbrado fijo que estén colocados sobre vías por las cuales circulan habitualmente vehículos, o que puedan estar expuestos a daños materiales de otra Clase, deben estar colocados a no menos de 3.60 m por encima del nivel del suelo, a menos que sean de tipo totalmente cerrado, o contruidos de tal modo que se impida la salida de chispas o partículas metálicas calientes.

511-8. Equipos de carga de acumuladores.

Los cargadores de acumuladores y sus equipos de control, y los acumuladores que estén siendo cargados, no deben localizarse dentro de los lugares clasificados en la Sección 511-3.

511-9. Carga de vehículos eléctricos.

(a) **Conexiones.** Los cordones flexibles y sus conectores utilizados para la carga deben ser adecuados para el tipo de servicio y estar certificados para uso extrarudo. Su capacidad de corriente debe ser la adecuada para la corriente de carga.

(b) **Diseño y ubicación de los conectores.** Los conectores deben ser diseñados e instalados de tal modo que puedan desconectarse fácilmente en cualquier posición del cable de carga, y las partes al descubierto deben estar resguardadas de los contactos accidentales. No se debe colocar ningún conector dentro de los lugares Clase I como se define en la Sección 511-3.

(c) **Enchufes de conexión a vehículos.** Donde haya enchufes de conexión directa a vehículos, el punto de conexión no debe estar dentro de un lugar Clase I, definido en la Sección 511-3. Cuando el cordón está suspendido por arriba de la cabeza, debe estar colocado de tal modo que el punto inferior de la flecha quede por lo menos a 16 cm por encima del suelo. Donde el vehículo está equipado con un enchufe certificado que se desconecta fácilmente y cuando se haya previsto un dispositivo automático para que el cordón y el enchufe queden fuera del alcance de daños materiales, no se requiere ningún conector adicional en el cable o en el contacto.

511-10. Interruptor de falla a tierra para protección del personal.

Todos los contactos monofásicos de 127 V, 15 o 20 A, deben tener un interruptor de falla a tierra para la protección del personal cuando se usa equipo eléctrico y automático de diagnóstico, herramientas eléctricas manuales y dispositivos de alumbrado portátil.

ARTICULO 513.- HANGARES DE AVIACION.

513-1. Definición.

Esta designación incluye los lugares usados para estacionamiento y mantenimiento de las aeronaves en las que se usa gasolina, combustibles para motores a chorro u otros líquidos volátiles inflamables o gases inflamables, pero no aquellos destinados exclusivamente a aeronaves que no han contenido nunca esos líquidos o gases o que han sido vaciadas y purgadas de manera adecuada.

513-2. Clasificación de lugares.

(a) **Por debajo del nivel del piso.** Toda fosa o depresión por debajo del nivel del piso del hangar se considera como lugar Clase I, División 1, hasta el nivel del piso.

(b) **Áreas comunicadas o ventiladas.** Toda el área del hangar, incluyendo las áreas adyacentes y de acceso, que no estén adecuadamente separadas de él se consideran como lugares Clase I, División 2, desde el nivel del piso hasta una altura de 45 cm.

(c) **Proximidad de aeronaves.** Las áreas circundantes hasta una distancia de 1.50 m medida horizontalmente a partir de los motores tanques o estructuras de aeronaves que puedan contener combustible, deberán ser consideradas como lugares de Clase I, División 2 y se extenderán hacia arriba hasta un nivel de 1.50 m por encima de la superficie superior de las alas y de las cubiertas de los motores.

(d) **Áreas adecuadamente separadas o ventiladas.** Las áreas adyacentes en las cuales no es probable el desprendimiento de vapores o líquidos inflamables, tales como depósitos, cuartos de control eléctrico y otros lugares similares, no se clasifican como peligrosas cuando están ventiladas de manera adecuada y efectivamente incomunicadas del hangar por medio de muros o tabiques.

513-3. Alambrados y equipos en lugares Clase I.

Todos los alambrados y equipos que están, o puedan ser instalados o manejados en cualquiera de los lugares Clase I definidos en la Sección 513-2, deben cumplir con los requisitos aplicables del Artículo 501. Todos los alambrados instalados en el piso del hangar, o por debajo de él, deben cumplir con las exigencias de los lugares Clase I, División 1. Cuando tales alambrados están instalados en bóvedas, fosos o ductos éstos deben estar dotados de un drenaje adecuado y los alambrados no deben colocarse en un mismo compartimiento que otro servicio cualquiera, (excepto las tuberías de aire acondicionado).

Los enchufes y contacto en lugares Clase I deben estar certificados para lugares Clase I o diseñados de modo que no sean energizados mientras se hacen las conexiones o se interrumpen.

513-4. Alambrados fuera de lugares Clase I.

(a) **Instalaciones fijas.** Todas las instalaciones fijas en un hangar, fuera de las áreas Clase I definidas en la Sección 513-2, deben hacerse en canalizaciones metálicas o con cables tipo MI, TC, SNM o MC.

Excepción. Las instalaciones que están en lugares no peligrosos como los definidos en la Sección 513-2(d), pueden ser de cualquiera de los tipos especificados en el Capítulo 3

(b) **Aparatos colgantes.** En los aparatos colgantes se usa un cordón flexible adecuado al tipo de servicio y certificado para uso rudo. Cada cordón debe incluir un cordón separado de puesta a tierra.

(c) **Equipos portátiles.** En los aparatos de utilización y lámparas portátiles se debe usar cordón flexible adecuado al tipo de servicio y certificado para uso rudo.

(d) **Conductores aterrizados y aterrizamiento.** Cuando un circuito se alimenta por medio de cables portátiles o colgantes e incluye un conductor aterrizado como se indica en el Artículo 200, los contactos, las clavijas, conectores y dispositivos similares deben ser del tipo aterrizado, y el conductor aterrizado del cable flexible debe conectarse a un tornillo del portalámpara o a la terminal aterrizada de cualquier equipo utilizado. Medios adecuados deben proveerse para mantener la continuidad del conductor aterrizado entre el alambrado fijo y las partes metálicas no portadoras de corriente de los aparatos colgantes, a las lámparas portátiles y equipo utilizado.

513-5. Equipos fuera de los lugares Clase I.

(a) **Equipos que producen arcos.** En lugares diferentes a los descritos en la Sección 513-2.

El equipo que está a menos de 3 m, arriba de las alas y de la cubierta de las máquinas de los aviones y que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, interruptores, contactos, tableros de carga, generadores, motores u otros equipos que tengan interruptores o contactos deslizantes, debe ser del tipo totalmente cerrado y construido para prevenir el escape de chispas o partículas metálicas calientes

Excepción Los equipos en áreas descritas en la Sección 513-2 (d), se permite que sean del tipo de uso general

(b) **Portalámparas.** Los portalámparas de metal, y de tipo de fibra no se deben usar para iluminación fija incandescente.

(c) **Equipo para alumbrado portátil.** El equipo para alumbrado portátil que se use dentro de un hangar debe estar certificado para el local en el cual va a ser utilizado

(d) **Equipo portátil.** El equipo portátil que es o puede ser usado dentro de un hangar debe ser del tipo apropiado para su uso en lugares Clase I, División 2.

513-6. Plataforma de descarga o de trabajo.

(a) **En lugares Clase I.** Los conductores, salidas y equipos (incluso las lámparas), que estén ubicadas encima o fijados a plataformas de descarga o de trabajo, que estén o puedan estar en un lugar Clase I de los definidos en la Sección 513-2(c), deben cumplir con los requisitos para los lugares Clase I, División 2.

(b) **En lugares que no son Clase I.** Cuando las plataformas de descarga o trabajo no están o puedan estar en un lugar Clase I de los definidos en la Sección 513-2(c), la instalación y equipos deben cumplir con las Secciones 513-4 y 513-5, excepto cuando están a menos de 45 cm del suelo en cualquier posición deben cumplir con (a) anterior. Los contactos y enchufes deben tener un dispositivo de retención para que no puedan desconectarse fácilmente

(c) **Tipo móvil.** Las plataformas móviles con equipos eléctricos que cumplan con (b) anterior llevarán por lo menos una señal fija de advertencia que diga: "PELIGRO. MANTENER A MAS DE METRO Y MEDIO DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS AREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE".

513-7. Sellado.

Se deben colocar sellos adecuados de acuerdo con la Sección 501-5. Se deben aplicar los requisitos de sellado de las Secciones 501-5 (a) (4) y (b) (2), a los límites, tanto horizontales como verticales, de los lugares clasificados como Clase I. Las canalizaciones embutidas en un piso de mampostería o enterradas debajo del piso se considerarán como pertenecientes al lugar de Clase I que esté por encima del piso, si cualquier conexión conduce dentro o a través de tal lugar.

513-8. Sistemas eléctricos de las aeronaves.

Los sistemas eléctricos de las aeronaves no deben estar energizados cuando la aeronave está estacionada por cierto periodo en un hangar, si es posible evitarlo, durante el servicio de mantenimiento

513-9. Acumuladores de aeronaves.

Cargas y equipos. Los acumuladores de las aeronaves no deben cargarse mientras están instalados en una aeronave estacionada completa o parcialmente dentro de un hangar. Los cargadores de acumuladores y sus equipos de control no deben estar colocados, ni funcionar en ninguno de los lugares Clase I definidos en la Sección 513-2 y se deben colocar de preferencia en un local separado o en alguna área de las descritas en la Sección 513-2 (d). Los cargadores móviles deben llevar por lo menos una señal fija de advertencia que diga:

"PELIGRO. MANTENER A MAS DE METRO Y MEDIO DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS AREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE". Las mesas, bastidores, bandejas y alambrado, no deben estar colocados dentro de un lugar Clase I, y además deben cumplir con los requisitos del Artículo 480.

513-10. Alimentación externa de los circuitos eléctricos de las aeronaves.

(a) **A no menos de 45 cm sobre el piso.** Los dispositivos eléctricos externos destinados a dar energía a las aeronaves deben estar diseñados y montados de tal modo que todo su equipo eléctrico y sus alambrados fijos estén por lo menos a 45 cm por encima del nivel del suelo, y no deben hacerse funcionar en un lugar Clase I de los definidos en la Sección 513-2 (c).

(b) **Marcado en las unidades móviles.** Los dispositivos móviles de alimentación eléctrica deben llevar por lo menos una señal de advertencia que diga "PELIGRO. MANTENER A MAS DE METRO Y MEDIO DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS AREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE"

(c) **Cordones.** Los cordones flexibles para equipos externos de alimentación de las

aeronaves y de equipos auxiliares en tierra, deben estar certificados para el tipo de servicio y para uso extrarudo y deben incluir un conductor de puesta a tierra de equipos.

513-11. Equipos móviles de mantenimiento con componentes eléctricos.

(a) **Disposiciones generales.** Los equipos móviles de mantenimiento (tales como aspiradoras, compresores, ventiladores, etc.), que tengan equipos y alambrados eléctricos inadecuados para lugares Clase I, División 2, deben estar diseñados y montados de tal modo que tales equipos y sus alambrados fijos queden por lo menos 45 cm sobre el nivel del suelo. Estos equipos móviles no deben funcionar en los lugares Clase I definidos en la Sección 513-2(c) y deben llevar por lo menos una señal fija de advertencia que diga: "PELIGRO. MANTENER A MAS DE METRO Y MEDIO DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS AREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE".

(b) **Cordones y conectores.** Los cordones flexibles para equipo móvil deben ser adecuados para el tipo de servicio y certificados para uso extrarudo e incluir un conductor de puesta a tierra de equipos.

Los enchufes y contactos deben estar certificados para el lugar en que sean instalados y tener un medio para la conexión del conductor de puesta a tierra al sistema de canalización.

(c) **Usos restringidos.** El equipo que no sea adecuado para lugares Clase I, División 2, no deben hacerse funcionar en áreas donde se están efectuando maniobras de mantenimiento susceptibles de provocar el desprendimiento de líquidos inflamables o vapores.

513-12. Puesta a tierra:

Todas las canalizaciones metálicas, así como todas las partes metálicas que no lleven corriente, de los equipos fijos o portátiles, cualquiera que sea su tensión, deben estar puestas a tierra de acuerdo con el Artículo 250.

ARTICULO 514. SURTIDORES (DISPENSARIOS) Y ESTACIONES DE SERVICIO Y AUTOCONSUMO.

514-1. Definiciones:

Estación de Autoconsumo: Establecimiento para el despacho de gasolinas y diesel, así como de aceites y grasas lubricantes a los vehículos de empresas particulares e instituciones gubernamentales, suministrándolos directamente de depositos confinados a los tanques de dichos vehículos.

Estación de Servicio: Establecimiento para la venta al menudeo de gasolinas y diesel al público en general, suministrándolos directamente de depositos confinados, a los tanques de los vehículos automotores, así como de aceites y grasas lubricantes

Otras áreas utilizadas, como: lugares para lubricación, zonas de servicio, zonas de reparaciones, oficinas, salas de ventas, cuarto de compresores y lugares similares, deben cumplir con los Artículos 510 y 511, con respecto a las instalaciones y equipos eléctricos

Surtidor (Dispensario): Es el elemento con el cuál se abastece de combustible al vehículo automotor.

Nota 1: Se recomienda consultar las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

Nota 2: Ver Sección 555-9 para surtidores de combustible en embarcaderos y muelles de embarcaciones menores

514-2. Lugares Clase I

La tabla 514-2 debe ser aplicada donde sean almacenados, manejados o surtidos líquidos,

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Clase I y usada para delinear y clasificar las estaciones de servicio y autoconsumo. Un lugar Clase I, no se debe extender más allá de una pared no perforada, techo u otra división sólida.

Tabla 514-2 Lugares Clase I-Estaciones De Servicio Y Autoconsumo

Lugar	Clase I Grupo D División	Extensión del lugar clasificado
Tanques subterráneos boquillas de llenado	1	Cualquier fosa, caja o espacio bajo el nivel del piso estando cualquier parte de ellos dentro de un lugar clasificado División 1 o 2
	2	Hasta 0.50 m por encima del nivel del piso, dentro de un radio horizontal de 3 m medidos desde una conexión móvil de llenado y dentro de un radio horizontal de 1.5 m medidos desde una conexión de llenado fija.
Venteo - descarga hacia arriba.	1	Dentro de 1 m desde la apertura del orificio de venteo extendiéndose en todas direcciones
	2	Espacio comprendido entre 1 m y 1.5 m desde la apertura del orificio de venteo, extendiéndose en todas direcciones
Surtidores. (excepto del tipo elevado) Fosas	1	Cualquier fosa, caja o espacio bajo el nivel del piso, cualquier parte de ellos dentro de un lugar clasificado como División 1 o 2
Surtidores	2	Dentro de 0.50 m horizontalmente en todas las direcciones extendiéndose el piso de (1) envolventes de surtidores, o (2) la porción de la envolvente del surtidor que contiene las componentes que manejan líquidos.
Exteriores	2	Hasta 0.50m por encima del nivel de piso, dentro de 6.10 m medidos horizontalmente, desde cualquier lado externo del surtidor.
Surtidores. (Tipo Elevado.)	1	El espacio dentro de la envolvente del surtidor y todo el equipo eléctrico integrado que forma parte de la manguera surtidora o boquilla.
	2	Un espacio que se extiende 0.50 m horizontalmente en todas direcciones más allá de la envolvente extendiéndose hasta el piso.
	2	Hasta 0.50 m por encima del nivel del piso dentro de 6 10 m medidos horizontalmente desde un punto verticalmente por debajo de la parte exterior de la envolvente de cualquier surtidor
Bombas remotas	1	El espacio entero dentro de cualquier fosa.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

interiores.	2	Dentro de 1.5 m desde cualquier lado exterior de la bomba, extendiéndose en todas direcciones, también, hasta 1 m sobre el nivel de piso dentro de 8 m medidos horizontalmente desde cualquier lado exterior de la bomba.
-------------	---	---

Tabla 514-2.-(continua)

Áreas de servicio o lubricación.	2	El área entera dentro de cualquier fosa usada para lubricación o servicios similares donde sean usados líquidos Clase I.
	2	Áreas hasta 0.50 m por encima de tales fosas y extendiéndose una distancia de 1 m medidos horizontalmente desde cualquier lado exterior de la fosa.
	2	El área completa dentro de cualquier fosa no ventilada, cualquier área bajo el piso
	2	El área hasta 0.50 m sobre tales fosas no ventiladas, el área de trabajo bajo el piso y extendiéndose una distancia de 1 m medidos horizontalmente desde el exterior de tales fosas, el área de trabajo bajo el piso o áreas de trabajo subterráneo.
Áreas de servicio o lubricación.	No clasificadas	Cualquier fosa, áreas de trabajo bajo el piso o áreas subterráneas de trabajo que están ventiladas de acuerdo con 511-3.
Tiendas, bodegas y baños.	No clasificadas	Si existe cualquier apertura a estos lugares de la extensión de una división 1, el lugar entero debe ser clasificado como división 1
Equipos envolventes	1	Cualquier espacio dentro de la envolvente donde el vapor o el líquido está presente bajo condiciones normales de operación.

514-3. Instalación y equipo dentro de áreas Clase I. Todo el equipo eléctrico e instalación dentro de lugares Clase I definidos en la Sección 514-2 deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501

Nota: Para requisitos especiales en el aislamiento de los conductores, ver Sección 501-13

514-4. Instalación y equipo por encima de lugares Clase I.

La instalación y equipo por encima de los lugares Clase I definidos en la Sección 514-2 deben cumplir con las Secciones 511-6 y 511-7.

514-5. Medios de desconexión de los circuitos.

(a) **Disposiciones Generales.** Todos los circuitos que terminen o pasen a través de un surtidor, (incluyendo equipos para sistemas de bombeo remoto) deben estar equipados con un interruptor u otro medio aceptable para desconectar simultáneamente de la fuente de suministro,

todos los conductores de los circuitos, incluyendo al conductor puesto a tierra si existe.

Nota 1: No se deben utilizar interruptores monopolares enlazados manualmente.

Nota 2: En cada circuito debe instalarse un interruptor automático en caja moldeada con disparo por protección de falla a tierra

Dar doble click para ver Imagen

(b) **Control de emergencia.** Las estaciones de servicio o autoconsumo, deben tener obligatoriamente como mínimo, tres controles para el paro de emergencia del tipo contacto sostenido (de golpe), que desconecten de la fuente de energía a todos los circuitos que se especifican en el inciso (a) anterior.

Los controles de emergencia se deben localizar, uno en el interior de la oficina de la estación, donde habitualmente existe personal; otro en la fachada principal del edificio de oficinas y otro en cada grupo de surtidores.

Los controles deben ser restablecidos manualmente de una manera aprobada por la autoridad que tenga jurisdicción

514-6. Sellado.

(a) **En el surtidor.** En cada tubo conduit que entre o salga de un surtidor o de cualquier cavidad o envolvente en comunicación directa con éste debe colocarse un sello certificado. El accesorio de sellado será el primer accesorio después de que el tubo conduit sale de la tierra o del concreto.

(b) **En los límites.** Se deben proveer sellos adicionales de acuerdo con la Sección 501-15. Las Secciones 501-5 (a) (4) y (b) (2) y se deben aplicar a los límites tanto horizontales como verticales de los lugares definidos como Clase I.

514-7 Puesta a tierra.

Las partes metálicas de los surtidores de combustible, canalizaciones metálicas, cubiertas metálicas y todas las partes metálicas del equipo eléctrico que no transportan corriente, independientemente de la tensión, deben ser puestas a tierra como se estipula en el Artículo 250.

514-8. Instalaciones subterráneas.

Las instalaciones subterráneas deben ser con tubo metálico del tipo pesado (cédula 40) según NMX-B-208. Cualquier parte del equipo o instalación eléctrica que esté debajo de la superficie de un lugar Clase I, División 1 o División 2 (como se define en la tabla 514-2) debe ser considerado como un lugar Clase I, División 1 que debe extenderse por lo menos al punto de salida sobre el nivel del piso. Referirse a la tabla 300-5.

514-9. Alumbrado de emergencia

La estación de servicio o autoconsumo, debe contar con un sistema de alumbrado de emergencia con baterías, para los casos en que falle el suministro eléctrico municipal o cuando por situaciones de riesgo se tenga que interrumpir el mismo

ARTICULO 515 - PLANTAS DE ALMACENAMIENTO.

515-1. Definición. Una planta de almacenamiento es un lugar donde son almacenados

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

gasolina u otros líquidos volátiles inflamables en tanques que tienen una capacidad de 30,000 litros o más, y de donde dichos productos son distribuidos (usualmente por un camión tanque).

515-2. Lugares Clase I. La tabla 515-2 se aplica donde son almacenados, manejados o surtidos líquidos Clase I y se usa para delimitar y clasificar las plantas de almacenamiento a granel. Los lugares Clase I no se deben extender más allá de una pared no perforada, techo u otro tabique resistente.

Tabla 515-2.- Lugares Clase I- Plantas de almacenamiento general

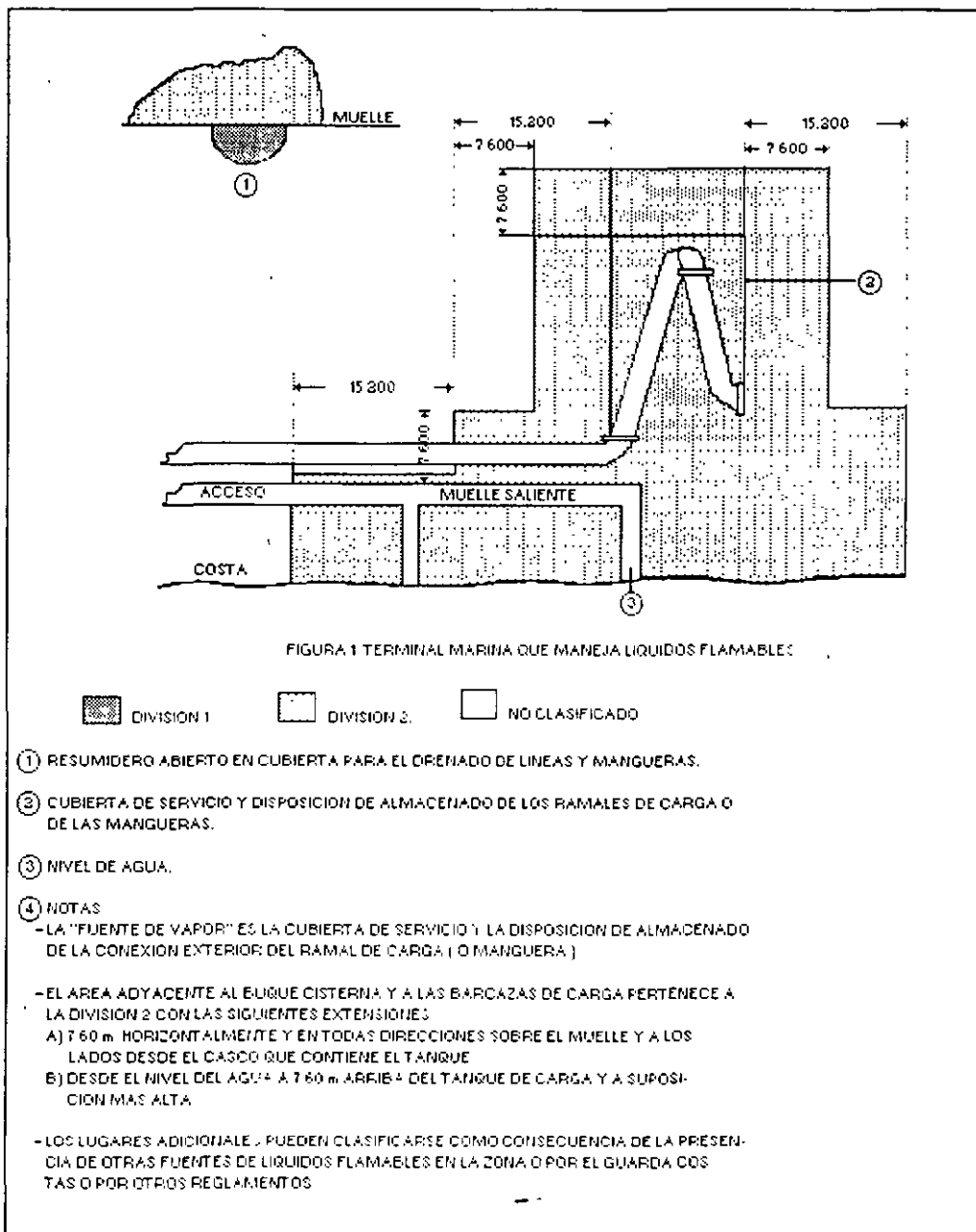
(N.E.)Esta tabla reformateada se puede consultar en el Apéndice

Lugar	Clase I División	Extensión del lugar clasificado
Vehículo -tanque carro-tanque Cargando a través de una bóveda abierta. Cuando se clasifica la extensión del espacio, debe considerarse el hecho de que los carros tanque o los vehículos pueden ser situados en puntos variables Por tanto, los extremos de las posiciones de carga y descarga serán usados	1 2	Dentro de 1 m desde el tope de la bóveda extendiéndose en todas direcciones El espacio entre 1 m y 4.5 m desde el tope de la bóveda, tanque extendiéndose en todas direcciones
Cargando a través de conexiones en el fondo del tanque, con ventilación atmosférica	1 2	Dentro de 1 m desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas direcciones. El espacio entre 1 m y 4.5 m desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas direcciones También hasta 0.5 m sobre el rasante dentro de un radio horizontal de 3 m desde el punto de conexión de carga
Cargando a través de una bóveda cerrada con ventilación atmosférica Cargando a través de una bóveda cerrada recuperación de vapor Bombas, purgas, accesorios de vaciado, medidores y dispositivos similares Interiores Exteriores	1 2 2 2 2	Dentro de 1 m desde el lado abierto de la ventilación extendiéndose en todas direcciones El espacio entre 1 m y 4.5 m desde el lado abierto de la ventilación, extendiéndose en todas direcciones También dentro de 1 m desde el lado de la bóveda, extendiéndose en todas direcciones Dentro de 1 m desde el punto de conexión de las líneas de llenado y extendiéndose en todas direcciones. También hasta 0.5 m sobre el rasante dentro de un radio horizontal de 3 m desde el punto de conexión Dentro de un círculo de 1.5 m desde cualquier lado de los dispositivos, extendiéndose en todas direcciones También hasta 1 m sobre el nivel de piso o rasante, dentro de 7.6 m medidos horizontalmente desde cualquier lado de los dispositivos Dentro de 1 m desde cualquier lado de los dispositivos, extendiéndose en todas direcciones También hasta 0.5 m sobre el o rasante dentro de 3 m medidos horizontalmente desde cualquier lado de los dispositivos
Almacenaje y taller de reparaciones para vehículos tanque	1 2	Todas las fosas o espacios bajo el nivel del piso El espacio hasta 0.5 m sobre el nivel de piso o rasante para toda

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

		la cochera de reparación o almacenaje.
Zanjas de drenaje, de captación.	2	El espacio hasta 0.5 m sobre separadores, estanques la zanja, separación o estanque También hasta 0.5 m sobre el rasante dentro de 1.4 m pisos medidos horizontalmente desde cualquier lado
Almacenaje exterior de Aplicación barriles		
Cocheras para otros vehículos distintos a los tanques	ordinario	Usos Si existe alguna comunicación a estas salas dentro de la extensión de un lugar exterior División 1 o 2, toda la sala será clasificada de la misma manera que el área con la cual hay comunicación.
Oficinas y baños	ordinario	
		Dentro de 1 m desde la ventilación y orificio de llenado, extendiéndose en todas direcciones
Llenado de barriles y recipientes	1	
Exteriores o interiores con ventilación adecuada	2	El espacio entre 1 m y 1.50 m desde la ventilación u orificio de llenado, extendiéndose en todas direcciones También hasta 0.5 m sobre el nivel de piso o rasante, dentro de un radio horizontal de 3 m desde la ventilación u orificio de llenado
Tanque sobre el piso cubierta externa, extremos o techo y área.	2	Dentro de 3 m desde la cubierta externa, extremos o techo del tanque El espacio dentro de los del dique, diques hasta el nivel superior de éste.
Ventilación	1	Dentro de 1.5 m desde el lado abierto de la ventilación, extendiéndose en todas direcciones
	2	El espacio entre 1.5 m y 3 m desde el lado abierto de la ventilación, extendiéndose en todas direcciones
Techo flotante	1	El espacio sobre el techo y dentro de la cubierta externa del tanque
Fosas ventilación mecánica	1	Todo el espacio dentro de la fosa si alguna está dentro de un lugar División 1 o 2
Con ventilación mecánica	2	Todo el espacio de la fosa si alguna está dentro de un lugar División 1 o 2
Con válvulas, accesorios o tuberías y no dentro de un lugar División 1 o 2.	2	Toda fosa

*(N.E. La tabla anterior se reformateo para mejor comprensión, se puede consultar en el Apéndice .
(ne) No se aprecian las unidades en las dimensiones, se deduce que deberían ser metros (m).*



515-3. Instalación y equipo dentro de lugares Clase I.

Toda la instalación eléctrica y el equipo dentro de lugares Clase I, definidos en la Sección 515-2, deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501.

Excepción. Lo permitido en la Sección 515-5

515-4. Instalación y equipo sobre lugares Clase I.

Toda la instalación fija que pase sobre lugares Clase I, debe tener tubería metálica del tipo pesado (cédula 40) según NMX-B-208

El equipo fijo que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como

lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, cortacircuitos, interruptores, contactos, motores u otros equipos que tengan contactos de cierre y apertura o deslizantes, deben ser del tipo totalmente cerrado o estar contruidos de tal manera, que se evite el escape de chispas o partículas y sus cordones flexibles cumplirán con los requisitos del Artículo 501 para la clase de lugar sobre el que han de estar conectados o utilizados.

515-5. Instalación subterránea.

(a) **Método de instalación.** La instalación subterránea debe hacerse con tubo metálico del tipo pesado (cédula 40) según NMX-B-208.

(b) **Aislante.** El aislante de los conductores debe cumplir con la Sección 501-13.

515-6. Sellado.

Se deben suministrar sellos certificados de acuerdo con la Sección 501-5. Los requisitos de sellado de las Secciones 501-5 (a) (4) y (b) (2) se aplican tanto a los límites horizontales como a los verticales de los lugares clasificados como Clase I. Las canalizaciones enterradas bajo los lugares definidos como Clase I se consideran pertenecientes a Clase I, División 1.

515-7. Suministro de gasolina.

Donde se suministra gasolina junto con las operaciones de almacenamiento, se aplican las disposiciones pertinentes del Artículo 514.

515-8. Puesta a tierra.

Todas las canalizaciones metálicas y todas las partes metálicas del equipo eléctrico que no transportan corriente deben ser puestas a tierra de acuerdo con el Artículo 250.

ARTICULO 516 - PROCESOS DE ACABADO.

516-1. Alcance.

Esta Sección cubre la aplicación, regular o frecuente, de líquidos inflamables, combustibles inflamables y polvos combustibles mediante operaciones de rociado y la aplicación de los líquidos combustibles inflamables a temperaturas por encima de su punto de inflamación por medio de inmersión, revestimiento u otros medios.

516-2. Clasificación de lugares.

La clasificación está basada en las cantidades peligrosas de vapores inflamables, niebla combustible, residuos, polvos o depósitos.

Véanse las Secciones 516-3 (b) y (c) para depósitos y residuos.

(a) **Lugares Clase I, o Clase II, División 1.** Los siguientes espacios se consideran lugares Clase I, o Clase II, División 1.

- (1) Los interiores de cabinas de rociado y sus ductos de escape. Excepto como se indica específicamente en la Sección 516-3 (d).
- (2) El interior de ductos de expulsión.
- (3) Cualquier área en el paso directo de operaciones de rociado.
- (4) Para operaciones de inmersión y revestimiento, todo espacio comprendido dentro de un radio de 1.52 m desde la fuente de vapor que se extiende desde esa superficie hasta el piso.

Se considera como fuente de vapor:

1. La superficie del líquido en el proceso, o la superficie mojada del registro de drenaje.
2. Cualquier objeto que haya sido inmerso o recubierto desde el cuál es posible

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

medir a una distancia de 30 cm en cualquier dirección concentraciones de vapor que excedan el 25% del límite inferior de inflamabilidad.

- (5) Los fosos comprendidos dentro de una distancia de 8 m medida horizontalmente de la fuente de vapor. Si éstos están en el área clasificada y se extienden más allá de 8 m, el área Clase I, División 1 debe incluir el foso completo a menos que se provea una interrupción para el vapor.
 - (6) El interior de las casetas de procesos de recubrimiento que no sean por inmersión.
- (b) **Lugares Clase I, o Clase II, División 2.** Los siguientes espacios serán considerados lugares Clase I o Clase II, División 2:
- (1) Para lugares abiertos de rociado intensivo, todo el espacio circundante y comprendido dentro de una distancia de 6 m medidos horizontalmente y 3 m medidos verticalmente desde el lugar Clase I, División 1, como está definido en la Sección 516-2(a) y no separado de éste mediante una pared divisoria. Ver figura 1.
 - (2) Para operaciones de rociado realizados dentro de una cabina con techo cerrado y frente o cara abiertos. El espacio mostrado en la figura 2 y el espacio dentro de 1 m en todas direcciones a partir de las aberturas que no sean el frente o cara abiertos. Los lugares Clase I o Clase II, División 2 mostrados en la figura 2 se extenderán desde el frente o cara abiertos de la cabina de rociado de acuerdo con la siguiente:
 - a. Si el sistema de ventilación está interconectado con el equipo de rociado de tal manera que éste se mantenga inoperante cuando el sistema de ventilación no esté funcionando, el espacio se extiende a 1.50 m desde el frente o cara abiertos de la cabina de rociado y también como lo muestra de otra forma la figura 2 B
 - b. Si el sistema de ventilación no está interconectado con el equipo de rociado de tal manera que éste se mantenga inoperante cuando el sistema de ventilación no esté funcionando, el espacio se extiende a 3 m desde el frente o cara abiertos de la cabina de rociado y también como lo muestra de otra forma la figura 2 B
 - (3) Para operaciones de rociado llevadas a cabo dentro de una cabina de rociado con el techo abierto, el espacio de 1 m de radio sobre la cabina y otras aberturas de la cabina se considerarán Clase I o Clase II, División 2.
 - (4) Para operaciones de rociado confinadas a una cabina de rociado cerrada, el espacio dentro de 1 m en todas direcciones desde cualquier abertura en la cabina de rociado se considera Clase I o Clase II, División 2 como lo muestra la Figura 3.
 - (5) Para tanques de inmersión y escurrideros y para operaciones peligrosas, todo el espacio más allá de los límites para Clase I, División 1 y dentro de un radio de 1 m de la fuente de vapor definida en la Sección 516-2 (a)(4), como lo muestra la Figura 4.
 - (6) Para tanques de inmersión y escurrideros, el espacio de 1 m arriba del piso y una extensión de 6 m medidos horizontalmente en todas las direcciones de lugares Clase I, División 1.

Excepción. Este espacio no es necesario considerarlo como lugar peligroso cuando la fuente de vapor tiene un área de 0.5 m² o menos y cuando el contenido del tanque abierto o el contenedor no exceda de 20 lts. Además la concentración de vapor durante la operación y paro no debe exceder del 25% del límite inferior de la inflamabilidad, tal como se menciona en el lugar especificado de Clase I en la Sección 516-2 (a)(4) mencionados anteriormente

(c) **Casetas cerradas de recubrimiento y operaciones de inmersión.** El espacio adyacente a casetas cerradas de recubrimiento y operaciones de inmersión debe considerarse no clasificado

Excepción. El espacio dentro de 1 m en todas las direcciones desde cualquier abertura en la cubierta debe clasificarse como Clase I, División 2

(d) Lugares adyacentes. Los lugares adyacentes que están separados de los lugares definidos como Clase I o Clase II por una pared divisoria sin orificios de comunicación y dentro de los cuales no haya probabilidad de que se liberen vapores peligrosos o polvos combustibles, serán clasificados como no peligrosos.

(e) Lugares no peligrosos. Los lugares donde se encuentren aparatos de secado, curado o fusión provistos con ventilación mecánica positiva adecuada para prevenir la formación de concentraciones de vapores, y provistos de interconexiones para desenergizar todo el equipo eléctrico (diferente del certificado para lugares Clase 1) en caso de que el equipo de ventilación no funcione, pueden ser clasificados como no peligrosos cuando la autoridad competente así lo juzgue.

516-3. Instalación y equipo en lugares Clase I.

a) Vapores. Todo el equipo e instalación eléctrica dentro de un lugar Clase I (que contenga sólo vapor y no residuos) definido en la Sección 516-2 debe cumplir con las disposiciones pertinentes del Artículo 501.

(b) Vapores y residuos. A menos que estén certificados para lugares donde se encuentren depósitos fácilmente combustibles o vapores inflamables, ningún equipo eléctrico debe instalarse o usarse donde pueda estar sujeto a acumulaciones peligrosas de depósitos o residuos fácilmente combustibles, ya que la posibilidad de calentamiento encendido espontáneo de algunos residuos puede aumentar sobremanera a temperaturas por encima de la normal cable tipo MI, tubo metálico del tipo pesado (cédula 40) según NMX-B-208, cajas o accesorios que no contengan derivaciones, empalmes o terminales se permiten instalar en tales lugares.

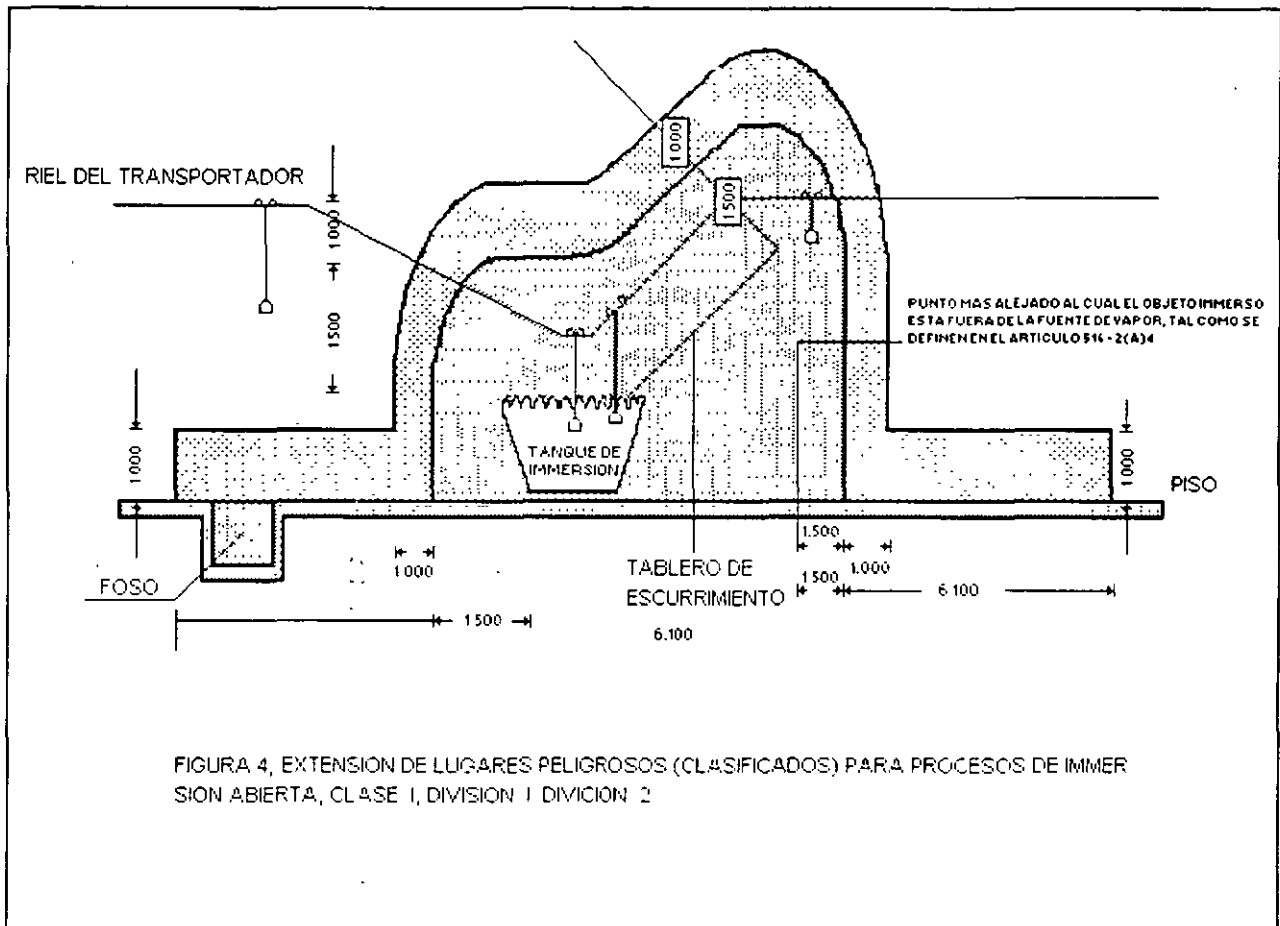
(c) Iluminación. La iluminación de áreas fácilmente combustibles a través de paneles de vidrio u otro material transparente o translúcido se permite únicamente si cumple las siguientes condiciones: (1) son usadas unidades fijas de alumbrado como fuente de iluminación, (2) el panel aísla efectivamente el lugar Clase I del área en la cual la unidad de alumbrado está localizada, (3) la unidad de alumbrado está certificada para este lugar específico, (4) el panel es de un material o está protegido de tal forma que no hay probabilidad de que se rompa, y (5) el arreglo es tal que las acumulaciones normales de residuos peligrosos sobre la superficie del panel no alcanzarán temperaturas peligrosas por radiación o conducción de la fuente de iluminación.

Dar doble click para ver Imagen

Dar doble click para ver Imagen

Dar doble click para ver Imagen

(ne) No se aprecia las unidades de acotación pero se presume que son metros



(d) **Equipos portátiles.** No se usarán lámparas eléctricas u otros equipos de utilización en áreas de rociado durante operaciones de rociado

Excepción No. 1 Cuando se requieran lámparas portátiles eléctricas para operaciones en espacios que no están fácilmente iluminados por alumbrado fijo dentro del área de rociado, serán del tipo certificado para lugares Clase I, División I, en que puede haber residuos fácilmente inflamables.

Excepción No. 2. Cuando se usen aparatos de secado eléctrico y portátiles en cabinas de rociado para acabado de automóviles y se reúnan los siguientes requisitos (1) el aparato y sus conexiones eléctricas no están localizados en el recinto de rociado durante operaciones de rociado, (2) el equipo eléctrico a una distancia de 50 cm del piso está certificado para lugares Clase I, División I, (3) todas las partes metálicas del aparato de secado están eléctricamente puenteados y puestas a tierra, y (4) se deben proveer interconexiones para evitar el uso del equipo de rociado mientras el aparato de secado está dentro del recinto de rociado, y permitir una limpieza de 3 minutos del recinto antes de energizar el aparato de secado y apagarlo en caso de falla del sistema de ventilación.

(e) **Equipos electrostáticos.** Los equipos de rociado electrostáticos o de escurrimiento deben instalarse y usarse únicamente como se indica en la Sección 516-4.

516-4. Equipos electrostáticos fijos.

Esta Sección se aplica a cualquier equipo que use elementos cargados electrostáticamente

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

para la atomización, carga y/o precipitación de materiales peligrosos para recubrimientos sobre artículos o para otros propósitos similares en los cuales el dispositivo de carga atomizado está unido a un soporte mecánico o manipulado. esto incluye dispositivos robóticos, esta sección no aplica a dispositivos que están sostenidos o manipulados manualmente. En donde los procedimientos robóticos programados involucre manejo manual del brazo del robot mientras rocíe. Operando con alta tensión se aplican las disposiciones de la Sección 516-5. La instalación de equipo de rociado electrostático deberá cumplir con (a) hasta (j) siguientes. El equipo de rociado deberá estar aprobado. Todo el sistema del equipo automático electrostático deberá cumplir con (a) hasta (i) siguientes.

(a) Equipos de fuerza y control. Los transformadores, suministros de alta tensión, aparatos de control y todas las demás partes eléctricas del equipo se instalan fuera del lugar Clase I, como se define en la Sección 516-2, o deben ser de un tipo certificado para el lugar.

Excepción. Las rejillas de alta tensión, electrodos, pistolas de rociado electrostático y sus conexiones, están permitidos dentro del lugar Clase I.

(b) Equipo electrostático. Los electrodos y las pistolas de rociado electrostático deben estar (1) localizados en áreas apropiadas provistas de ventilación mecánica adecuada; (2) soportados adecuadamente en lugares permanentes y (3) efectivamente aislados de tierra. Los electrodos y las pistolas de rociado electrostático que están permanentemente sujetos a sus bases soportes o mecanismos de vaivén o robots se consideran que cumplen con esta Sección.

(c) Cables de alta tensión. Los conductores de alta tensión deben estar adecuadamente aislados y protegidos contra daños mecánicos o exposición a químicos destructivos. Cualquier elemento expuesto a la alta tensión debe estar efectiva y permanentemente soportado sobre aisladores apropiados y estar eficazmente protegido contra contactos o puestas a tierra accidentales.

(d) Soporte de piezas. Las piezas que son recubiertas usando este proceso, son colocadas en transportadores o colgadores. Los transportadores o colgadores deben disponerse de tal forma que: (1) Se asegura que las partes que son recubiertas están eléctricamente conectadas a tierra con una resistencia de aislamiento a tierra de 1 megohm o menos y (2) Se previene que las partes se balanceen.

(e) Controles automáticos. Los aparatos electrostáticos deben equiparse con medios automáticos, que desenergizan rápidamente los elementos de alta tensión bajo cualquiera de las siguientes condiciones: (1) paro de los ventiladores o falla del equipo de ventilación por cualquier causa, (2) paro del transportador que lleva las piezas a través del campo de alta tensión, a menos que sea requerido por el mismo proceso, (3) que ocurra un contacto a tierra o una excesiva fuga de corriente en cualquier punto de sistemas de alta tensión, (4) desenergización de la tensión del primario

(f) Puesta a tierra. Todos los objetos conductores de electricidad dentro de la influencia de carga de los electrodos, excepto aquellos en los que el proceso requiere que estén a alta tensión, deben estar adecuadamente puestos a tierra. Este requisito se aplica a los recipientes de pintura, latas de limpieza, guardas y cualquier otro objeto o dispositivo conductor de electricidad que se encuentre en el área. El equipo debe llevar una advertencia permanente y notoria indicando la necesidad de que estos objetos se conecten a tierra

(g) Aislamiento. se deben colocar protecciones, tales como cabinas adecuadas, cercas, barandales u otros medios, alrededor del equipo, de tal manera que éstas, ya sea por su ubicación o carácter o por ambas cosas, aseguran que se mantiene un aislamiento seguro entre el proceso y los depósitos de la planta o del personal.

(h) Señales. Las señales deben estar en carteles claros y visibles para:

- (1) Designar la zona de proceso como peligrosa con peligro de fuego y accidente.

- (2) Identificar los requisitos de puesta a tierra para todos los objetos conductores en el área de rociado.
- (3) Restringir el acceso a personal calificado únicamente.
- (i) **Aisladores.** Todos los aisladores deben estar limpios y secos.
- (j) **Otros equipos que no sean incendiarios.** El equipo de rociado que no puede ser clasificado como no incendiario debe cumplir con los incisos 1 y 2 siguientes.
 - (1) Los transportadores y colgadores deben arreglarse para mantener una distancia de seguridad al menos de 2 veces la distancia que guardan las piezas que van a ser pintadas y los electrodos, las boquillas de atomización electrostática o conductores cargados. Esta distancia de seguridad debe ser marcada por medio de una señal.
 - (2) El equipo debe estar provisto con un medio automático para desenergizar rápidamente los elementos de alta tensión, en el caso de que la distancia entre las piezas que sean pintadas y los electrodos o las cabezas de atomizadores electrostáticos sea menor a lo que se especifica en el párrafo (1) anterior.

516-5. Equipo manual de rociado electrostático.

Esta Sección se aplica a cualquier equipo que use elementos cargados electrostáticamente para la atomización, carga y/o precipitación de materiales para recubrimiento de artículos o para otros propósitos similares, en los cuales el dispositivo de atomizado es sostenido con la mano o manipulado durante la operación de rociado.

Los equipos manuales electrostáticos para rociado y los dispositivos usados para pintar por rociado, deben ser del tipo certificado y cumplir con los puntos (a) hasta (e) indicados a continuación.

(a) **Disposiciones generales.** Los circuitos de alta tensión deben diseñarse de tal manera que no produzcan chispas de suficiente intensidad para encender la mezcla aire-vapor, más susceptible de ser encendida, de todas las que es probable encontrar, ni que representen un peligro de choque eléctrico al ponerse en contacto con un objeto puesto a tierra bajo todas las condiciones de operación. Los elementos descubiertos de la pistola rociadora, cargados electrostáticamente, se deben energizar únicamente mediante un dispositivo que también controle el material de revestimiento.

(b) **Equipo de potencia.** Los transformadores, equipos de fuerza, aparatos de control y todas las demás partes eléctricas del equipo, deben localizarse fuera del lugar Clase I o estar certificados para el lugar.

Excepción. La pistola rociadora en sí misma y sus conexiones a la fuente de alimentación se permiten dentro del lugar Clase I

(c) **El mango.** El mango de la pistola rociadora debe conectarse eléctricamente a tierra mediante una conexión metálica construida de tal manera que el operador, en posición normal de operación está en estrecho contacto eléctrico con el mango aterrizado a fin de evitar cargas estáticas en el cuerpo del operador

Se colocarán letreros muy visibles donde se indiquen que todas las personas que entren en el área de rociado deben estar puestas a tierra

(d) **Equipo electrostático.** Todos los objetos conductores de electricidad ubicados en el área de rociado deben conectarse adecuadamente a tierra. Este requisito se aplica a los recipientes de pintura, envases de lavado y cualquier otro objeto o dispositivo conductor de electricidad en el área. El equipo debe llevar una advertencia que se destaque, e instalada permanentemente, indicando la necesidad de puesta a tierra antes indicada.

(e) **Soportes de objetos.** Los objetos que están siendo pintados deben mantenerse en contacto metálico con el transportador u otro soporte puesto a tierra. Los ganchos de fijación deben limpiarse regularmente para asegurar éste contacto y las áreas de contacto deben ser

puntos o bordes afilados, cuando sea posible.

Los puntos de soporte de los objetos deben estar, cuando sea posible, fuera del alcance de un rociado inadvertido; cuando los objetos que están siendo rociados son soportados desde un transportador, el punto de fijación al transportador debe colocarse de tal manera que no recoja materiales rociados durante operaciones normales.

516-6. Revestimiento con polvo.

Esta Sección se aplica a los procesos en los cuales son aplicados polvos secos combustibles. Los peligros asociados con los polvos combustibles están presentes en un proceso de este tipo hasta cierto grado, dependiendo de la composición química del material, tamaño de la partícula, forma y distribución

Nota: Los peligros asociados con polvos combustibles son inherentes a este proceso.

En general, el grado de peligro de los polvos empleados depende de la composición química del material, tamaño de la partícula, forma y distribución

(a) **Equipo eléctrico y fuentes de ignición.** El equipo eléctrico y otras fuentes de ignición deben cumplir con los requisitos del Artículo 502. Las lámparas eléctricas portátiles y otros equipos relacionados no deben usarse dentro de un lugar Clase II durante los procesos de acabado. Cuando se usen tales lámparas o equipos durante operaciones de limpieza o reparación, deben ser de un tipo certificado para lugares Clase II, División I, y todas las partes metálicas descubiertas deben estar efectivamente puestas a tierra.

Excepción. Cuando se requieren lámparas eléctricas portátiles para operaciones en espacios que no están bien iluminados por alumbrado fijo dentro del área de rociado, deben ser del tipo certificado para lugares Clase II, División I, en que pueda haber residuos inflamables.

(b) **Equipos electrostáticos fijos de rociado.** Las estipulaciones de la Sección 516-4 y de (a) anterior deben aplicarse a los equipos electrostáticos fijos de rociado

(c) **Equipos electrostáticos manuales de rociado.** Las estipulaciones de la Sección 516-5 y de (a) anterior deben aplicarse al equipo electrostático de rociado.

(d) **Lechos fluidizados electrostáticamente.** Los lechos fluidizados electrostáticamente y el equipo asociado deben ser del tipo certificado. Los circuitos de alta tensión deben diseñarse de tal manera que cualquier descarga producida cuando los electrodos de carga del lecho son acercados o puestos en contacto con un objeto puesto a tierra, no sea de suficiente intensidad para encender una mezcla aire-polvo que sea probable encontrar, ni pueda producir un peligro apreciable de choque eléctrico.

(1) Los transformadores, equipos de fuerza, aparatos de control y todas las demás partes eléctricas del equipo deben localizarse fuera del área de acabado con polvo y cumplir con los requisitos de (a) anterior.

Excepción. Los electrodos de carga y sus conexiones a la fuente de alimentación se permiten dentro del área de acabado con polvo.

(2) Todos los objetos conductores de electricidad dentro del área de acabado con polvo deben ponerse a tierra apropiadamente. Los equipos de acabado con polvo deben llevar un letrero de advertencia que se destaque, instalado permanentemente, indicando la necesidad de poner a tierra esos objetos.

(3) Los objetos que están siendo recubiertos deben mantenerse en contacto eléctrico con el transportador u otro soporte, con la finalidad de asegurar una puesta a tierra apropiada. Los ganchos de soporte deben limpiarse regularmente para asegurar un contacto eléctrico efectivo y las áreas de contacto eléctrico deben ser puntos o bordes afilados, cuando sea posible

(4) El equipo eléctrico y los suministros de aire comprimido deben interconectarse con un sistema de ventilación de tal manera que el equipo no pueda operar a menos

que los ventiladores estén funcionando.

516-7. Instalación y equipos por encima de lugares Clase I y Clase II.

(a) **Instalación.** Toda instalación fija por encima de lugares Clase I y Clase II debe hacerse en canalizaciones metálicas, tubo rígido no metálico, tubería eléctrica no metálica o con cable de los tipos MI, TC, SNM o MC. Las canalizaciones para pisos celulares metálicos se permiten únicamente para alimentar salidas de cielo raso o extensiones del área por debajo del piso de un lugar Clase I o Clase II, pero estas canalizaciones no deben tener conexiones que terminen en, o pasen a través de un lugar Clase I o Clase II por encima del piso, a menos que tengan los sellos apropiados.

(b) **Equipo.** Los equipos que pueden producir arcos, chispas o partículas metálicas calientes, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, cortacorrientes, interruptores, contactos, motores u otros equipos con contactos de apertura y cierre o deslizantes, cuando se instalan sobre un lugar Clase I o Clase II, o encima de un lugar donde se manejan objetos recién acabados, deben ser del tipo totalmente cerrado o estar contruidos de tal manera que se evite el escape de chispas o partículas metálicas calientes.

516-8. Puesta a tierra.

Todas las canalizaciones metálicas y todas las partes metálicas que no transporten corriente de equipos portátiles o fijos, independientemente de la tensión deben conectarse a tierra como indica el Artículo 250.

ARTICULO 517.- INSTALACIONES EN LUGARES DE CUIDADOS DE LA SALUD.

A. General

517-1. Alcance.

Las previsiones de este Artículo deben aplicarse a los criterios para la construcción e instalación en áreas de cuidados de la salud

Nota: 1: Este Artículo no se aplica en instalaciones veterinarias

Nota: 2: Para información concerniente al criterio en la ejecución, mantenimiento y pruebas, referirse a los documentos apropiados para instalaciones en lugares de cuidados de la salud.

517-2. General. Los requisitos de las partes B y C se aplican no solamente a edificios con funciones sencillas sino también a aquellos en forma individual considerando sus respectivas formas de trabajo y que estén dentro de un edificio de multifunciones (por ejemplo un cuarto de examen de un doctor localizado dentro de un sanatorio requiere que se apliquen las previsiones de la sección 517-10)

517-3. Definiciones.

(n.e.) Esta sección de definiciones se encuentra en el Apéndice ordenada alfabéticamente

Fuentes de Energía Alterna: Se permiten uno o más sistemas de generación o de baterías, con la función de proveer la energía durante la interrupción del sistema de suministro normal.

Locales para anestesia: Cualquier área en una instalación para el cuidado de la salud, que ha sido diseñada para ser utilizada para la aplicación de agentes anestésicos de inhalación flamable o no flamable durante el curso de un examen o tratamiento incluyendo el uso de tales agentes para tratamientos de emergencia

Circuitos derivados críticos Los circuitos secundarios de un sistema de emergencia

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

consistente de alimentadores y circuitos derivados suministrando energía para actividades de iluminación, circuitos especiales de energía, y receptáculos seleccionados, que sirven en áreas y funcionan en lo relacionado con el cuidado de los pacientes, y los cuales están conectados a fuentes de energía alterna por uno o más interruptores de transferencia durante la interrupción de la fuente normal de energía, deben entenderse como circuitos derivados críticos.

Equipo Eléctrico de soporte para la vida: Equipo eléctricamente alimentado cuya operación continua es necesaria para mantener la vida de un paciente.

Sistemas de emergencia: Un sistema constituido por alimentadores y circuitos derivados que cumplen con los requerimientos del Artículo 700, destinados a suministrar energía alterna a un número limitado de funciones consideradas vitales para la protección de la vida y la seguridad del paciente, con restablecimiento automático de la energía dentro de 10 segundos después de la interrupción.

Sistemas de equipamiento: Un sistema de alimentadores y circuitos derivados arreglados para retrasar la conexión automática o manual a las fuentes de energía alterna y que suministra energía primordialmente a equipos trifásicos.

Sistema eléctrico esencial. Un sistema constituido por fuentes alternas de energía y todos los sistemas de distribución conectados y equipo auxiliar destinado para asegurar la continuidad de la energía eléctrica para áreas específicas y funciones e instalaciones del cuidado de la salud durante la interrupción de la fuente normal de energía y también destinado para minimizar disturbios dentro de los sistemas internos de la instalación eléctrica.

Superficies conductoras expuestas: Superficies que son capaces de transportar corriente eléctrica y las cuales están desprotegidas, no encerradas o no resguardadas, y que permiten el contacto del personal. La pintura, la galvanización, y recubrimientos similares, no se consideran aislamientos adecuados, a menos que sean certificados para ese uso.

Anestésicos flamables. Gases o vapores tales como el fluroxeno, ciclopropano éter divinyl, cloruro de etileno, éter etileno, y etileno los cuales pueden formar mezclas flamables o explosivas con el aire, oxígeno o gases rebajados tales como el óxido nítrico.

Áreas con anestésicos flamables. Cualquier área de la instalación que ha sido diseñada para ser usada en la administración de cualquier agente anestésico inhalador flamable, en el curso normal de una evaluación o tratamiento.

Corriente peligrosa: La corriente total que fluye a través de una baja impedancia entre cualquiera de los conductores, aislados y tierra, para un juego dado de conexiones en un sistema de energía aislado.

Corriente peligrosa de falla. La corriente peligrosa de un sistema aislado con todos los dispositivos conectados excepto el monitor de la línea de aislamiento.

Corriente peligrosa del monitor. La corriente peligrosa de la línea de aislamiento del monitor solamente.

Corriente peligrosa total: La corriente peligrosa de un sistema aislado con todos los dispositivos conectados a él, incluyendo el monitor de la línea de aislamiento.

Instalaciones para el cuidado de la salud: Edificios o partes de edificios que contienen pero no están limitadas a la ocupación para fines tales como: hospitales, casas de enfermería, instalaciones para el cuidado y custodia residencial, instalaciones para el cuidado y supervisión, clínicas, oficinas médicas y dentales, e instalaciones ambulantes para el cuidado de la salud, ya sean fijas o móviles.

Hospital. Un edificio o parte de él usado para el cuidado médico, psiquiátrico, obstétrico o quirúrgico. Un hospital, siempre que se use en esta Norma deberá incluir hospitales generales, hospitales mentales, hospitales para tuberculosis, hospitales para niños, y cualquier instalación en la cual se provea cuidado de pacientes.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Sistemas aislados: Un sistema comprendiendo un transformador de aislamiento o su equivalente, un monitor de línea aislada, y sus circuitos conductores no puestos a tierra.

Transformador de aislamiento: Un transformador del tipo multidevanado, con el devanado primario y secundario físicamente separados, que se acoplan inductivamente.

Circuitos de seguridad vital: Un subsistema del sistema de emergencia, que consiste de alimentadores y circuitos derivados, los cuales cumplen los requerimientos del artículo 700 y son usados para proveer necesidades de energía adecuadas para asegurar la seguridad de los pacientes y del personal, los cuales se conectan automáticamente a una fuente de energía alterna durante la interrupción de la fuente de energía normal.

Monitor de línea de aislamiento: Un instrumento de pruebas diseñado para comprobar continuamente la impedancia balanceada y desbalanceada de cada línea de un circuito aislado a tierra, y equipado con un circuito de prueba interconstruido para probar la alarma sin incluir la corriente peligrosa de fuga.

(El "monitor indicador de línea de aislamiento" fue anteriormente conocido como "indicador de contacto a tierra").

Casa de enfermeras. Un edificio o parte de él usado para hospedaje, junta directiva y cuidado por enfermeras, en una base de 24 horas, para cuatro o más personas, quienes debido a incapacidad mental o psíquica, podrían estar imposibilitadas para proveerse su propia seguridad y necesidades, sin la asistencia de otra persona

Las casas de enfermeras, de acuerdo como se usan en esta Norma deben incluir casas de enfermeras y de convalecencia, instalaciones para enfermeras calificadas, instalaciones de cuidado intermedio y casas para personas de edad avanzada

Estaciones de enfermeras: Áreas designadas para proveer un centro de actividad para enfermeras o grupos de enfermeras atendiendo camas de pacientes, donde las llamadas de los pacientes son recibidas, las enfermeras son despachadas, áreas para notas escritas para las enfermeras, preparación de recetas de pacientes, y preparación de medicamentos para la distribución de los pacientes. Donde tales actividades se llevan a cabo en más de un lugar dentro de una unidad de enfermeras, todas esas áreas separadas son consideradas como una parte de la estación de enfermeras.

Áreas para el cuidado de pacientes: Áreas de una instalación para el cuidado de la salud en la cual el cuidado de los pacientes es administrado y clasificado como una área de cuidado general, área de cuidado crítico, y lugares con humedad. Es la responsabilidad del cuerpo de administración de la instalación, designar estas áreas de acuerdo con el tipo de cuidado del paciente y con las siguientes definiciones de los tres tipos de áreas

(1) Áreas de cuidado general son las de recámaras para pacientes, cuartos para auscultación, cuartos para tratamiento, clínicos, y áreas similares en los cuales se pretende que el paciente debe estar en contacto con dispositivos ordinarios tales como un sistema de llamado a enfermeras, camas eléctricas, lámparas de auscultación, teléfonos, y dispositivos de entretenimiento. En tales áreas, puede ser también necesario que los pacientes se conecten a dispositivos electromédicos (tal como termocobertores, electrocardiógrafos, bombas de drene, monitores, otoscopios, oftalmoscopios, líneas intravenosas periféricas, etc)

(2) Áreas de cuidado crítico son aquellas unidades de cuidado especial como: Unidades de cuidado intensivo, unidades de cuidado de las coronarias, laboratorios de angiografía, laboratorios de caterización cardíaco, cuartos de expulsión, cuartos de operaciones, y áreas similares en las cuales los pacientes son sujetos a procedimientos intensivos y conectados a dispositivos electromédicos

(3) Lugares húmedos son aquellas áreas de cuidado de pacientes que están normalmente sujetas a condiciones de humedad, incluyendo agua estancada en el piso o áreas mojadas o

empapadas en forma rutinaria.

Puntos de aterrizamiento para equipo de pacientes: un contacto o barra terminal, el cual está destinado como punto colector para puesta a tierra redundante de dispositivos eléctricos, sirviendo en la vecindad de un paciente, o para aterrizar otros dispositivos, con objeto de eliminar problemas de interferencia electromagnética.

Vecindad de un paciente. Área destinada normalmente para el cuidado de pacientes, la vecindad de un paciente, es el espacio con superficies las cuales están en contacto con el paciente o un asistente que puede tocar al paciente. Típicamente en un cuarto de paciente, esto encierra un espacio dentro del cuarto al menos de 1.83 m mas allá del perímetro de la cama en su ubicación normal y extendiéndose verticalmente a no menos de 2.29 m sobre el piso.

Hospital psiquiátrico: Un edificio usado exclusivamente para el cuidado psiquiátrico, en una base de 24 horas con 4 o más pacientes

Punto de referencia a tierra. La barra a tierra del tablero de distribución o del equipo del sistema aislado que suministra energía al área de cuidado del paciente.

Instalaciones de cuidado y custodia residencial. Un edificio o parte de él usado para la atención de 4 o más personas que pueden ser incapaces de su propia preservación debido a limitaciones físicas o mentales; esto incluye instalaciones tales como casas para ancianos, enfermería (cuidado para niños menores de 6 años de edad), e instituciones para el cuidado de retrasados mentales. Instalaciones para cuidados diurnos que no proporcionan la atención continua de pacientes, no están clasificados como tales.

Contactos seleccionados. El número mínimo de contactos eléctricos para utilizar equipos normalmente requeridos para tareas locales o para las que generalmente se usan en el cuidado de los pacientes en caso de emergencia.

Iluminación en lugares de trabajo. Proveer el mínimo de iluminación requerido para llevar a cabo los trabajos o tareas necesarias en las áreas descritas, incluyendo accesos de seguridad a equipos y suministros, y acceso a las salidas

Instalaciones de rayos X (Régimen prolongado): Es el régimen basado en un intervalo de operación de 5 minutos o más.

Instalaciones de rayos X (Móvil): Un equipo de rayos X, montado sobre una base con ruedas u otra construcción que le permite ser movido mientras permanece completamente ensamblado.

Instalaciones de rayos X (Régimen momentáneo): Régimen basado en un intervalo de operación que no exceda de los 5 segundos

Instalaciones de rayos X (Portátil): Equipos de rayos X que pueden ser cargados manualmente por una persona

Instalaciones de rayos X (Transportable): Equipo de rayos X para ser instalado en un vehículo o que puede ser desarmado para transportarlo en un vehículo

B. Alambrado y protección.

517-10. Aplicabilidad. La parte B debe aplicarse a todos los lugares para el cuidado de la salud

Excepción No. 1 La parte B no debe aplicarse para oficinas de negocios, corredores, salas de espera, oficinas médicas y dentales e instalaciones para pacientes externos

Excepción No. 2. La parte B no debe aplicarse para áreas de camas de residentes, cuyas instalaciones deben estar de acuerdo con los Capítulos 1 a 4 de esta Norma.

517-11. Criterios generales de instalación y construcción. El fin de esta sección es especificar los criterios de instalación y métodos de alambrado para minimizar los peligros eléctricos por el mantenimiento de superficies conductoras expuestas que pueden energizarse y

en las cuales el paciente puede tener contacto.

517-12. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con los Capítulos del 1 al 4 de esta Norma excepto lo que se menciona en este artículo.

517-13. Conexión a tierra de contactos y equipos eléctricos fijos.

a).- **Áreas de cuidado de pacientes.**- En las áreas usadas para el cuidado de los pacientes, las terminales de puesta a tierra de todos los contactos y todas las superficies no conductoras de corriente de los equipos eléctricos fijos que pueden estar energizados y sujetos a contacto con personas funcionando a más de 100V, deberán ser puestos a tierra por un conductor de cobre aislado. El conductor de puesta a tierra deberá ser seleccionado de acuerdo con la tabla 250-95 e instalado en canalizaciones metálicas con los conductores del circuito derivado que alimentan estos contactos o equipo fijo.

Excepción No. 1. Donde se usen cables tipo MC, MI, o AC que tengan un conductor de puesta a tierra aislado, no se requiere canalización metálica.

Excepción No. 2. Las placas metálicas pueden ser puestas a tierra por medio de tornillos metálicos, los cuales fijan la placa a la caja de salida puesta a tierra o a un dispositivo de alambrado puesto a tierra

b).- **Métodos.**- En adición a los requerimientos de la sección 517-13(a), todos los circuitos derivados que alimentan las áreas de cuidado de pacientes deben proveerse de una trayectoria a tierra para corriente de falla por medio de un sistema de canalización metálica o cable armado. El sistema metálico de canalización o cable armado o un ensamble debe calificarse como un equipo de retorno de tierra, de acuerdo con la sección 250-91(b). Los cables tipo MC y MI, deben tener una armadura exterior de metal o cubierta que esté identificada como un sistema eficiente de conexión a tierra

517-14. Punteado de tableros de distribución. La puesta a tierra de las terminales de los equipos tanto normales como de circuitos esenciales utilizados en la vecindad del paciente deben ser puenteados con conductores de cobre aislados con sección no menor de 5.260 mm² (10 AWG). Donde hay más de dos tableros que sirven al mismo lugar estos conductores deben ser continuos de un tablero a otro pero se permite que se conecten para terminar en la barra de tierra en cada tablero.

517-16. Contactos con terminal de tierra aislada. Los contactos con terminal de tierra aislada, permitidos en la sección 250-74 *Excepción No. 4*, deben ser identificados. Tal identificación debe ser visible después de su instalación.

Nota: Es importante tener cuidado al especificar el sistema de contactos con terminal de tierra aislada, puesto que la impedancia de puesta a tierra es controlada sólo por medio de conductores con conexión a tierra y no se beneficia funcionalmente con ningún otro trayecto paralelo con conexión a tierra.

517-17. Protección contra fallas a tierra:

a) **Alimentadores.**- Cuando los medios de desconexión principal de la acometida están provistos de protección contra fallas a tierra, se debe proveer por lo menos una o más etapas de protección hacia la carga en cada uno de los alimentadores. Tales protecciones están formadas de dispositivos contra sobrecorriente y transformadores de corriente u otro equipo de protección equivalente, que provoque la apertura de los dispositivos de desconexión del alimentador.

b) **Selectividad.**- Las protecciones contra fallas a tierra para la operación de los medios de desconexión de la acometida y el alimentador deben ser selectivas, de manera que la falla a tierra abra el dispositivo del alimentador y no el de la acometida, si la falla está en el lado de la carga del dispositivo del alimentador. Se debe prever una separación de 6 ciclos, por lo menos,

entre las bandas de desconexiones de la acometida y de los alimentadores. El tiempo de funcionamiento de los dispositivos de desconexión debe ser considerado al determinar la separación entre las dos bandas, para una precisión de 100% de la selectividad.

Véase la *Nota* de la sección 230-95 para la transferencia a fuente auxiliar cuando se utilizan métodos de protección contra fallas a tierra.

c) Pruebas. Cuando el equipo de protección de falla a tierra es instalado, debe ser probado para asegurarse que cumple con el inciso b) de esta sección

517-18. Areas de Cuidado General.

a) **Circuitos localizados en camas** - Cada cama debe ser alimentada por cuando menos dos circuitos derivados, o al menos uno desde el tablero del sistema normal. Todos los circuitos derivados del sistema normal deben originarse del mismo tablero.

Excepción No. 1: Un circuito que alimente solamente a una salida o contacto para un propósito especial tal como una salida para equipo de rayos X portátil no se requiere que sea alimentado desde el mismo tablero de distribución.

Excepción No. 2: Clínicas, oficinas médicas o dentales, centros de diagnóstico psiquiatra, drogadicción, hospitales de rehabilitación, residencia de custodia, deben seguir cuidadosamente los requerimientos de la sección 517-10

b) **Localización de contactos junto a camas.** - Cada cama de paciente, debe estar provista como mínimo de cuatro contactos, ellos deberán ser del tipo sencillo o dúplex o una combinación de éstos. Todos los contactos deberán ser tipo "grado hospital" y así identificarlos.

Cada contacto debe estar puesto a tierra por medio de un conductor de cobre aislado, de acuerdo con la tabla No. 250-95.

Excepción No. 1: Los hospitales psiquiátricos, de drogadicción y de rehabilitación deben reunir los requerimientos de Excepción de la sección 517-10

Excepción No. 2: Los cuartos de seguridad psiquiátrica no requieren salidas de contactos

Nota. Si no se ha pensado que sean inmediatamente reemplazados los contactos por "grado hospital" se debe preparar para contactos "grado hospital" cuando se modifique su uso o se renueven los contactos.

c) **Sitio de Pediatría.** - Los contactos de 15 y 20 A., 127 V que alimentan áreas de pediatría deben contar con una protección resistente. Para el propósito de esta sección, un contacto con protección resistente está construido de tal forma que evite el fácil acceso a las partes energizadas

517-19. Areas de Cuidado Crítico.

a) **Localización de circuitos en camas de pacientes** - Cada cama de paciente debe tener cuando menos dos circuitos: uno o más del sistema de emergencia y uno o más de uno del sistema normal, cuando menos un circuito de emergencia debe estar localizado en el sitio de la cama. Todos los circuitos del sistema normal deben estar en un mismo tablero. Los contactos del sistema de emergencia deben estar identificados, y también debe indicar el tablero y el número de circuitos de ellos.

Excepción: Un circuito que sirva para un contacto especial o equipo de áreas de cuidado crítico puede estar alimentado por otro tablero

b) **Contactos localizados en cama de pacientes** - Cada zona de cama para paciente, debe estar provista con un mínimo de seis contactos, puede ser tipo sencillo o doble, o una combinación de ellos. Todos los contactos deben de ser del tipo "grado hospital" y estar así certificados, cada contacto debe de estar puesto a tierra a un punto de referencia a tierra por medio de un conductor aislado de cobre

c) **Línea para puesta a tierra en la vecindad de pacientes (opcional)** - Se debe permitir un

punto para puesta a tierra en la vecindad del paciente. Este punto, puede contener uno o más conectores preparados para ese propósito. Un conductor de equipo de sección transversal no menor de 5.260 mm² (No. 10 AWG), debe ser utilizado para referir a tierra la terminal de todas las tierras. El conductor a tierra debe permitirse que sea radial o en anillo según convenga.

Nota: Cuando no sea posible referir a tierra el equipo directamente, es importante que la distancia entre la tierra de referencia y la línea de tierra sea lo más corta posible, para minimizar cualquier diferencia de potencial.

d) Puesta a tierra del tablero - Cuando se tiene un sistema eléctrico de distribución puesto a tierra, y se usa ya sea canalización metálica o cable tipo MC o MI la puesta a tierra del tablero o interruptor, debe asegurarse por una de las siguientes maneras en cada terminación o punto de unión de la canalización o del cable tipo MC o MI:

- 1.- Un conector de puesta a tierra y un punto de unión de cobre dimensionado o firmemente conectado al conector de cobre del tamaño y de acuerdo con la sección 250-95 con el puente de unión conectado a la unión de la cubierta o a la barra de tierra del tablero.
- 2.- La conexión de canalizaciones o de cable tipo MC o MI por medio de terminales roscadas.
- 3.- Otros accesorios apropiados tales como puentes de unión o conectores.

e) Técnicas de protección adicional en áreas críticas (opcional). En sistemas aislados de potencia, se puede permitir su uso en áreas de cuidado crítico, y si se usan los equipos de sistemas aislados de potencia deben ser certificados para ese propósito, y el sistema debe ser diseñado e instalado para estar de acuerdo con la sección 517-160.

Excepción: Los indicadores audibles y visibles de la línea aislada del monitor se permite que se localicen en la estación de enfermeras del área que sea alimentada.

f) Puesta a tierra del sistema aislado de potencia Cuando una fuente de potencia aislada no puesta a tierra sea usada y se limite la primera falla de corriente a una baja magnitud, el conductor de tierra asociado con el circuito secundario se permite que salga de la canalización de los conductores de potencia en el mismo circuito.

Nota: Algunas veces es permitido que se lleve el conductor de tierra fuera de la tubería, si es seguro que los conductores de potencia sean provistos de una protección de una segunda falla a tierra.

g) Contactos puestos a tierra para un propósito especial El conductor puesto a tierra para equipo del propósito especial tal como la operación de un equipo móvil de rayos X, deberá estar extendido hasta el punto de referencia a tierra del circuito para todas las probables localizaciones alimentadas desde el contacto. Cuando este circuito se alimente desde un sistema con tierra aislada, el conductor de tierra no se requiere que vaya con los conductores de potencia, ahora bien, la terminal del equipo puesto a tierra desde un contacto especial para ese propósito, debe estar conectado al punto de referencia de tierra.

517-20. Locales Húmedos.

a) Todos los contactos y equipos fijos dentro del área del local húmedo deben tener una protección para el personal con interruptor de falla a tierra, si la interrupción de potencia bajo condiciones de falla puede ser tolerada o debe ser alimentado por un sistema aislado de potencia si tal interrupción no puede ser tolerada.

Excepción. En circuitos que alimenten solamente equipos de diagnóstico terapéutico se puede permitir que sean alimentados desde un servicio puesto a tierra normal, sistema a una o tres fases provisto de.

- a)** Conductor de tierra y circuito aislado que no ocupe la misma canalización, y
- b)** Todas las superficies conductoras del equipo sean puestas a tierra.

c) Cuando se use un sistema aislado de potencia, el equipo debe estar certificado para ese propósito e instalado de tal manera que cumpla lo requerido en la sección 517-60.

(Nota): Para los requerimientos para la instalación de albercas terapéuticas vea la parte F del artículo 680.

C. Sistemas Eléctricos Esenciales.

517-25. Alcance. El sistema eléctrico esencial para estos lugares comprende un sistema capaz de proveer una cantidad limitada de servicio para alumbrado y fuerza los cuales son considerados esenciales para la seguridad de la vida y consecuentemente cesan esos procedimientos durante el tiempo normal en que el servicio eléctrico se interrumpe por cualquier razón. Esto incluye clínicas médicas y oficinas dentales, enfermerías, hospitales y otras clínicas de salud.

517-30. Sistemas esenciales para hospitales.

a) **Aplicación** - Los requerimientos de la parte C Sección 517-30 hasta 517-35 deben aplicarse en hospitales en donde es esencial el sistema eléctrico.

b) **General.**

- 1).- El sistema eléctrico esencial para hospitales debe estar compuesto por dos sistemas separados capaces de suministrar una cantidad limitada del servicio de alumbrado y fuerza considerado esencial para la vida, segura y efectiva durante el tiempo que el servicio eléctrico normal es interrumpido por cualquier razón. Estos dos sistemas deben ser el sistema de emergencia y el normal.
- 2).- El sistema de emergencia debe de estar limitado a circuitos esenciales para la vida y cuidado crítico. Estos están designados como circuitos derivados para la "seguridad de la vida" y circuitos derivados para la "carga crítica".
- 3).- El sistema debe suministrar energía al equipo eléctrico principal para el cuidado del paciente y la operación básica del hospital.
- 4).- El número de interruptores de transferencia usados debe de estar basado en la fiabilidad, diseño y consideraciones de carga. Cada circuito del sistema eléctrico esencial debe de estar alimentado por uno o más de los interruptores de transferencia mostrados en los diagramas 517-30(1) y 517-30(2). Se permite que un interruptor de transferencia alimente uno o más circuitos o sistemas con la demanda máxima o el sistema eléctrico esencial de 150 KVA como se muestra en el diagrama 517-30(3).

Dar doble click para ver Imagen

Dar doble click para ver Imagen

Dar doble click para ver Imagen

c) **Requerimientos de alambrado**

- 1).- Separación de otros circuitos El circuito derivado de "seguridad de la vida" y el derivado de "carga crítica" del sistema de emergencia debe de ser completamente independiente de cualquier otro alambrado o equipo y no debe de estar en las mismas canalizaciones, cajas, contactos, o gabinetes, excepto lo siguiente:
 - a.- Interruptores de transferencia.
 - b.- En lámparas de salidas de emergencia alimentadas por dos fuentes.
 - c.- En cajas comunes de lámparas de salidas de emergencia alimentadas por dos fuentes

El alambrado de los equipos está permitido que ocupe la misma canalización, caja o gabinete de otros circuitos que no sea parte del sistema de emergencia

- 2).- Sistema aislado de potencia Cuando el sistema aislado de potencia está instalado en alguna de las áreas dadas en la sección 517-33(a)(1) y (a)(2) cada sistema

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

debe ser alimentado por un circuito individual sin alimentar otra carga.

- 3).- Protección mecánica del sistema de emergencia. El alambrado del sistema de emergencia para un hospital debe de estar protegido mecánicamente por la instalación de canalización metálica.

Excepción No. 1. Las alimentaciones con cable flexible u otra alimentación de equipo conectado al sistema de emergencia no requiere que se encierre en canalizaciones metálicas.

Excepción No. 2: Los circuitos secundarios de los transformadores de comunicación o de señalización no se requiere que estén encerrados en canalizaciones según se especifica en el capítulo 7 al 8.

Excepción No. 3. El Tubo rígido no metálico cédula 80 está permitido excepto para circuitos derivados de áreas de cuidado de pacientes

Excepción No. 4: En donde esté empotrado en concreto no menos de 50.8 mm se permite la utilización de tubo PVC cédula 40 excepto en circuitos derivados de áreas de cuidado de pacientes.

Nota: Vea la Sección 517-13(b) para requerimientos de conexión a tierra adicional en áreas de cuidado de pacientes.

d) **Capacidad del sistema** - El sistema eléctrico esencial debe tener una capacidad adecuada de la propia demanda para la operación de todas las funciones y equipos que sean alimentados para cada sistema y derivación.

517-31. Sistema de emergencia.- Aquellas funciones de cuidado de pacientes que dependen del alumbrado o aparatos que son conectados al sistema de emergencia deben estar divididos en dos circuitos obligatorios el circuito de "seguridad de la vida" y el circuito de "carga crítica", descrita en la sección 517-32 y 517-33

Los circuitos derivados del sistema de emergencia deben de estar instalados y conectados a la fuente alterna de alimentación, de manera que las funciones aquí especificadas para el sistema de emergencia deben ser automáticamente restablecidas para operar dentro de 10 segundos después de la interrupción de la fuente normal

517-32. Circuito derivado de seguridad de la vida.

Ninguna otra función que las listadas en los incisos (a) al (f) deberán estar conectados al circuito derivado de seguridad de vida. El circuito derivado de seguridad de vida del sistema de emergencia deberá alimentar los siguientes conceptos alumbrado, contactos y equipo

a) **Iluminación de los medios de escape** Iluminación de los medios de escape, tales como el alumbrado requerido para corredores, pasillos, escaleras y acceso a puertas de salida y todas las vías necesarias para llegar a las salidas. Se permite un arreglo de conmutación para transferir alumbrado de pasillos de pacientes en los hospitales del circuito general de iluminación al de iluminación nocturna, siempre que solamente uno de los dos circuitos pueda ser seleccionado y que ambas fuentes de energía no puedan interrumpirse a la vez

b) **Señalización de salida.** Señales de salida y señales hacia las salidas.

c) **Sistema de alarma y alerta** Los sistemas de alarma y alerta, incluyen

- 1) Alarmas de incendio
- 2) Dispositivos de alarma eléctrica de flujo de agua conectados al sistema de rociadores
- 3) Dispositivos automáticos de detección de llamas, humo o productos en combustión.
- 4) Alarmas requeridas por los sistemas usados en la tubería de gases medicinales no inflamables

d) **Sistemas de comunicación** Sistemas de comunicación en hospitales, donde se usan

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

para transmitir instrucciones durante condiciones de emergencia.

e) Local del grupo generador. Alumbrado del cargador de baterías para las unidades de alumbrado alimentados por baterías y contactos seleccionados en el local del grupo generador.

f) Elevadores. Iluminación de cabinas de elevadores, sistemas de control, señalizaciones y comunicación

Ningún servicio diferente a aquellos mencionados desde (a) hasta (f), deberá ser conectado al circuito derivado de seguridad de la vida

517-33. Circuito derivado crítico.

a) Alumbrado del lugar de trabajo y contactos seleccionados El circuito derivado crítico del sistema de emergencia abastecerá energía para el alumbrado del lugar de trabajo y equipo fijo y circuitos especiales de alimentación y contactos seleccionados que sirvan las siguientes áreas y funciones relacionadas con el cuidado de pacientes.

- 1) Locales de anestesia: solo el alumbrado del lugar de trabajo y todos los contactos y equipo fijo
- 2) Los sistemas aislados de energía requeridos en ambientes especiales
- 3) Áreas de cuidado para el paciente Alumbrado del lugar de trabajo y contactos seleccionados en:
 - a. Áreas de pediatría
 - b. Áreas de preparación médica
 - c. Áreas de expendio de medicinas
 - d. Áreas seleccionadas en las áreas de recién nacidos
 - e. Áreas de camas de psiquiatría (omitir los contactos)
 - f. Salas de tratamientos
 - g. Puestos de enfermeras (a menos que estén adecuadamente alumbrados por las lámparas de los corredores)
- 4) Alumbrado adicional especializado y contactos en lugares de cuidado de pacientes, donde se necesiten
 - 5) Sistema de "llamada de enfermeras"
 - 6) Banco de sangre, de hueso y de tejidos
 - 7) Salas y armarios para centrales telefónicas
 - 8) Iluminación del lugar de trabajo, contactos y circuitos especiales de energía para:
 - a. Camas de cuidados generales (al menos un contacto duplex por cuarto de pacientes).
 - b. Laboratorios de angiográficos
 - c. Laboratorios de cateterización cardíaco
 - d. Unidad de cuidado coronario
 - e. Áreas o salas de hemodialisis
 - f. Áreas de tratamientos en salas de emergencia (seleccionados)
 - g. Laboratorios de fisiología humana
 - h. Unidad de cuidados intensivos
 - i. Salas de recuperación post-operatoria (seleccionados)
 - 9) Iluminación adicional del lugar de trabajo, contactos y circuitos especiales de alimentación necesarios para la efectiva operación del hospital. Motores de ventiladores de extracción monofásicos fraccionarios los cuales están interconectados con motores trifásicos en el equipo se permitirá que estén conectados al circuito derivado crítico
- b) Sub-división del circuito derivado crítico Esta permitido dividir el circuito derivado crítico en dos o más circuitos derivados

Nota: Es importante analizar las consecuencias de alimentar un área, solamente con el

circuito derivado de alimentación de cuidado crítico, cuando la falla ocurre entre el área y el interruptor de transferencia. Alguna proporción de potencia normal y crítica o de la alimentación crítica, desde un interruptor de transferencia separado, puede ser apropiada

517-34. Conexión del sistema de equipos a la fuente de energía auxiliar.

El sistema de equipos deberá ser instalado y conectado a la fuente auxiliar de tal manera que los equipos descritos en la sección 517-34 (a) sean puestos automáticamente en operación en un intervalo de tiempo apropiado, siguiente a la energización del sistema de emergencia. Estos arreglos también proveerán la conexión subsiguiente de los equipos descritos en la sección 517-34 (b).

a) **Conexión para equipos de retardo automático.** Los siguientes equipos deben estar arreglados por una conexión de retardo automático a la fuente de energía auxiliar

- 1) Sistema central de succión, sirviendo funciones de cirugía y médica, incluyendo controles.
Dichos sistemas de succión están permitidos en el circuito derivado crítico.
- 2) Las bombas de desague y otros equipos cuya operación sea requerida para la seguridad de aparatos mayores, incluyendo sus sistemas asociados de control y alarma
- 3) Sistemas de aire comprimido que sirven funciones quirúrgicas y médicas, incluyendo controles

Nota Los equipos mencionados anteriormente pueden ser dispuestos para una acción de secuencia automática retardada a la fuente de energía auxiliar para prevenir una sobre carga en el generador, donde los estudios de ingeniería indiquen que es necesario.

b) **Conexión para equipos de retardo automático o manual.** Los siguientes equipos deberán proveerse de conexión, bien sea de retardo automático o manual, a la fuente de energía auxiliar

- 1) Los equipos de calefacción para prever calor a las salas de operación de parto, de laboratorio, de recuperación, de cuidados intensivos y cuidados coronarios, de pediatría, cuartos de aislamiento por infección, urgencias, áreas de tratamientos de emergencia y salas generales de pacientes

Excepción. En los cuartos de pacientes y habitaciones de aislamiento por infecciones, durante las interrupciones de suministro de la fuente normal, no se requerirá calefacción en las condiciones siguientes

- a. Si la temperatura externa de diseño es mayor de -6.7°C , o
- b. Si la temperatura externa de diseño es menor que -6.7°C , pero se dispone de un(os) cuarto(s) para cubrir las necesidades de todos los pacientes recluidos, entonces solamente tal(es) cuarto(s) necesita(n) calefacción, o
- c. La institución es servida por una fuente doble de energía como se describe en la sección 517-35 c:

- 2) Los ascensores seleccionados para proporcionar servicios a pacientes entre salas de cirugía, salas de parto y planta baja durante una interrupción de la fuente normal

En los casos donde una interrupción de la fuente normal provoque una parada de ascensores entre pisos, se deberá proveer interruptores de transferencia que permitan el funcionamiento temporal de cualquier ascensor para poder sacar los pacientes u otras personas que hayan quedado atrapadas

- 3) Sistemas de suministro de ventilación y extracción para salas de cirugía, salas de parto, pediatría, cuidados intensivos, cuidados coronarios, enfermería, salas de aislamiento de cuarentena, áreas de tratamiento de emergencia y las campanas de

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

ventilación de los laboratorios, áreas de medicina nuclear en donde se use material radiactivo, evacuaciones de óxido etileno y anestesia. Unidades de cuidados especiales intensivos.

- 4) Locales de servicio hiperbáricos.
- 5) Locales de servicio hipobáricos
- 6) Puertas operadas automáticamente.
- 7) Un mínimo de autoclaves que funcionen eléctricamente pueden ser arreglado por cualquier conexión automática o manual a la fuente auxiliar
- 8) Otros equipos seleccionados pueden ser alimentados por el sistema de equipo.

517-35. Fuentes de potencia.

a) **Dos fuentes de potencia independientes.** Los sistemas eléctricos esenciales deberán tener un mínimo de dos fuentes de potencia independientes. Una fuente normal que generalmente alimentará todo el sistema eléctrico y una o más fuentes auxiliares para uso cuando el servicio normal sea interrumpido.

b) **Fuente auxiliar de potencia** La fuente auxiliar de alimentación estará formada por uno o varios grupos de generadores accionados por alguna clase de fuerza motriz y ubicados en dependencias del inmueble relacionado

Excepción. Donde la fuente normal está formada por unidades generadoras ubicadas en dependencias del inmueble, la fuente auxiliar puede ser otro grupo generador o un servicio de energía eléctrica exterior.

c) **Ubicación de los componentes del sistema eléctrico esencial** Se debe considerar cuidadosamente la ubicación de los locales donde se encuentren los componentes del sistema eléctrico esencial, para minimizar interrupciones causadas por fuerzas naturales comunes en el área (por ejemplo, tormentas, inundaciones, terremotos y riesgos creados por estructuras o actividades contiguas)

También se deberá considerar la posible interrupción de los servicios eléctricos normales, como resultado de causas similares, así como la interrupción del servicio eléctrico normal debida a fallas internas de alambrado o de los equipos

Nota: Las instalaciones cuya fuente de potencia normal, esté alimentada por dos o más acometidas de los servicios públicos tienen mayor confiabilidad en su servicio eléctrico normal que aquellas que tengan una sola acometida

Tal fuente doble de potencia normal consistirá de dos o más acometidas de servicios eléctricos alimentados por grupos de generadores separados o por una red de distribución de energía, que tengan múltiples fuentes de alimentación y estén mecánica y eléctricamente separadas de tal manera que una falla entre las instalaciones de la institución y las fuentes generadoras tenga poca probabilidad de provocar la interrupción de más de una de las acometidas

517-40.- Sistemas Eléctricos Esenciales para lugares para enfermeras y de cuidados limitados.

a) **Aplicación** Los requisitos de la parte C, secciones 517-40(c) a 517-44 se aplican a los lugares para enfermeras e instalaciones de cuidados limitados. Los lugares que cumplan con la sección 517-10, están exentos de estos requerimientos

b) **Centro de hospitalización** Los lugares para enfermeras e instalaciones de cuidado limitado que proporcionan servicios de hospitalización deben cumplir con lo requerido en la parte C, secciones 517-30 a 517-35

c) **Instituciones adyacentes a hospitales** Los lugares para enfermeras y las instalaciones de cuidado limitado que estén adyacentes a un hospital les es permitido tener su sistema

eléctrico esencial alimentado por el hospital.

517-41. Sistemas eléctricos esenciales.

a) **Disposiciones generales.** Los sistemas eléctricos esenciales para hospitales de cuidados intermedios y los de asistencia médica a pacientes de larga estancia deberán estar comprendidos en dos circuitos derivados separados, capaces de suministrar un servicio limitado de alumbrado y fuerza, el cual es considerado esencial para la protección y la seguridad de la vida y para la operación efectiva de la institución durante el tiempo en el cual el servicio normal de electricidad sea interrumpido por cualquier razón. Estos dos circuitos separados deberán ser, el circuito derivado de seguridad de la vida y el circuito derivado crítico.

b) **Disyuntores de transferencia** El número de disyuntores de transferencia por usar deberá basarse en la confiabilidad, el diseño y las consideraciones de carga. Cada circuito derivado del sistema eléctrico esencial deberá ser servido por uno o más disyuntores de transferencia como se muestra en los diagramas 517-41 (1) y 517-41 (2). Se permitirá que un disyuntor de transferencia sirva uno o más circuitos derivados o sistemas en un centro pequeño, con una demanda máxima en el sistema eléctrico esencial de 150 KVA. Como se muestra en el diagrama 517-41(3)

c) **Capacidad del sistema** El sistema eléctrico esencial deberá tener una capacidad adecuada para la operación de todos los servicios y equipos que serán alimentados por cada circuito derivado a un tiempo

d) **Separación de otros circuitos** El circuito derivado de seguridad de la vida deberá ser totalmente independiente de los otros equipos y no deberá entrar en las mismas canalizaciones, cajas de paso o gabinetes de los otros alambrados, excepto en los casos siguientes

- 1) En disyuntores de transferencia
- 2) En lámparas de emergencia o salida alimentadas desde dos fuentes.
- 3) En cajas de empalme comunes a lámparas de salida o emergencia alimentadas desde dos fuentes.

Al alambrado del circuito derivado crítico se le permitirá ocupar las mismas canalizaciones, cajas de paso o gabinetes de otros circuitos que no sean parte del circuito derivado de seguridad de la vida

517-42. Conexión automática al circuito derivado de seguridad de la vida.

El circuito derivado de seguridad de la vida deberá ser instalado y conectado a una fuente auxiliar, de tal manera que todas las operaciones de los servicios especificados en este artículo sean restablecidas automáticamente para su funcionamiento en un lapso de 10 segundos después de la interrupción de la fuente normal. El circuito derivado de seguridad de la vida debe suministrar energía para alumbrado, contacto y equipos como sigue

(a) **Iluminación de los medios de escape** Iluminación de los medios de escape, tal como el alumbrado requerido para corredores, pasillos, escaleras, pistas de aterrizaje y acceso a puertas de salida y de las vías necesarias para llegar a las salidas. Se permitirá un arreglo de conmutación para transferir el alumbrado de corredores de pacientes desde los circuitos generales de iluminación, siempre que solamente uno de los dos circuitos pueda ser seleccionado y que ambas fuentes de energía no puedan interrumpirse a la vez

Dar doble click para ver Imagen

Dar doble click para ver Imagen

Dar doble click para ver Imagen

(b) **Señalización de salida** Señales de salida y avisos direccionales

(c) **Sistemas de alarma y alerta** Los sistemas de alarma y alerta, incluyendo

- 1) Alarmas de incendio accionadas por estaciones manuales, dispositivos de alarma

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

eléctrica de flujo de agua conectados al sistema de rociadores y dispositivos automáticos de detección de llama, humo o productos de combustión.

- 2) Alarmas requerida por los sistemas de distribución de gases medicinales no inflamables.

(d) **Sistemas de comunicación.** Los sistemas de comunicación, cuando estos se usen para transmitir instrucciones durante situaciones de emergencia

(e) **Comedores y áreas de recreación** Alumbrado adecuado en comedores y áreas de recreación para proveer iluminación en las vías de salida

(f) **Local del grupo generador** Alumbrado de lugar de trabajo y contactos seleccionados en el local del grupo generador

(g) **Elevadores.** Alumbrado de cabinas de elevadores, sistemas de control, comunicación y señalización

Ningún servicio diferente a aquellos indicados desde a) hasta f) deberá ser conectado al circuito derivado de seguridad de la vida.

517-43. Conexión a un circuito derivado crítico.

El circuito derivado crítico debe instalarse y conectarse a la fuente alterna de energía, de forma que el equipo citado en la sección 517-43(a) se restablezca automáticamente a intervalos de tiempo apropiados siguiendo la secuencia de restablecimiento del circuito derivado de seguridad de vida. Su arreglo debe contemplar la conexión adicional de equipos listados en la sección 517-43(b) ya sea mediante operación manual o automática con retardo

(a) **Conexión automática con retardo.** El siguiente equipo debe conectarse al circuito derivado crítico y adecuarse para conexión automática con retardo a la fuente de energía alterna:

- (1) Áreas de cuidado de pacientes - iluminación de trabajo y receptáculos selectos en

- a. Áreas de preparación de medicamentos
- b. Áreas de despacho de farmacia
- c. Estaciones de enfermeras (a menos de que se encuentren adecuadamente iluminadas por las luminarias del corredor)

- (2) Bombas y otros equipos requeridos para la seguridad de aparatos mayores y alarmas y sistemas asociados de control

(b) **Conexión manual o automática con retardo** El siguiente equipo debe conectarse al circuito derivado crítico y adecuarse ya sea para conexión manual o automática con retardo de tiempo a la fuente de energía alterna:

- (1) Equipo de calefacción para cuartos de pacientes

Excepción La calefacción de cuartos de pacientes durante la interrupción de la fuente normal no se requiere bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- a. La temperatura exterior de diseño es mayor a -6.7°C , o
- b. La temperatura exterior de diseño es menor a -6.7°C y existe un cuarto(s) seleccionado(s) para las necesidades de pacientes confinados, y sólo tal cuarto necesita calefacción, o
- c. La instalación está alimentada por una fuente dual de energía como la descrita en la sección 517-44(c).

- (2) **Elevador de Servicio** En los casos en que la interrupción de energía resulta en el paro de elevadores entre pisos, la instalación debe permitir la operación temporal de cualquier elevador para liberar a los pasajeros. Para los requerimientos de iluminación de la cabina del elevador, control, y sistemas de señalización, ver la sección 517-42(g).

- (3) Iluminación, receptáculos y equipos adicionales pueden conectarse solamente al circuito derivado crítico

517-44. Fuentes de energía.

(a) **Dos fuentes independientes de potencia** Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de dos fuentes independientes de energía: una fuente normal generalmente alimentando el sistema eléctrico completo, y una o más fuentes alternas para su uso cuando la fuente normal se interrumpe

(b) **Fuente de energía alterna** La fuente alterna de energía debe ser un generador accionado por cualquier forma de primomotor(es), y localizado en el predio

Excepción No 1: Cuando la fuente normal consiste de unidades generadoras en el predio, la fuente alterna puede ser cualquier otra unidad generadora, o un suministro externo

Excepción No 2: Los asilos o residencias para custodia médica que cumplan los requisitos de la sección 517-10, *Excepción No 3*, pueden usar un sistema de baterías o una batería integral autocontenida dentro de cada equipo

(c) **Ubicación de componentes de sistemas eléctricos esenciales** Se debe considerar cuidadosamente la ubicación de los lugares destinados a los componentes del sistema eléctrico esencial para minimizar las interrupciones por causas naturales propias del área (por ejemplo, tormentas, inundaciones, terremotos, o peligros creados por estructuras o actividades adyacentes) Se debe considerar la posible interrupción de los servicios eléctricos normales que resulten de causas similares, así como posibles interrupciones del suministro normal debido a fallas del equipo y alambrados internos.

Nota: Las instalaciones alimentadas por dos o más centrales o doble acometida, tienen una confiabilidad mayor a aquellas con un sólo servicio o acometida. Tal fuente dual de suministro normal consiste de dos o más servicios alimentados de generadores separados o redes de distribución con múltiples fuentes de suministro conectadas y dispuestas para proveer separación eléctrica o mecánica de suerte que una falla entre la instalación y las fuentes de generación no cause la interrupción de más de una acometida de servicio

517-50. Sistemas eléctricos esenciales para clínicas, oficinas médicas y dentales, consulta externa, y otras instalaciones de sanidad no cubiertas en las secciones 517-30 y 517-40.

(a) **Aplicación.** Los requisitos de esta sección se aplican a las instalaciones de sanidad descritas en la sección 517-50, y en las cuales:

(1) Anestésicos inhalables se administran en cualquier concentración a los pacientes, o

(2) Los pacientes requieren equipo eléctrico para soporte de la vida

(b) **Conexiones** El sistema eléctrico esencial debe suministrar energía a

(1) Iluminación de trabajo relacionada con la seguridad de la vida y la cual es necesaria para el cese seguro de los procedimientos en proceso

(2) Todo equipo de anestesia y recuperación usado en áreas donde la inhalación de anestésicos se administra a pacientes, incluyendo los dispositivos de alarma y alerta.

(3) Todo equipo eléctrico para soporte de la vida en áreas donde los procedimientos realizados requieren de tal equipo para el soporte de la vida del paciente

(c) **Fuentes alternas de energía**

(1) **Fuente de energía** La fuente alterna de energía para el sistema debe estar diseñada específicamente para este propósito y puede ser ya sea un generador, sistema de baterías o una batería integrada y autocontenida en el equipo.

(2) **Capacidad del sistema** La fuente alterna de energía debe estar separada y ser

independiente de la fuente normal y tener capacidad para sostener las cargas conectadas por un mínimo de 1 1/2 horas tras la pérdida de la fuente normal.

- (3) Operación del sistema. El sistema debe disponerse de tal forma que en el caso de falla en el suministro normal de energía, la fuente alterna de energía se conecte automáticamente a la carga dentro de los siguientes 10 segundos

d. Locales para anestesia por inhalación

517-60. Clasificación de locales de anestesia.

Nota: Si cualquiera de los siguientes locales para anestesia se designa como lugar mojado, ver la sección 517-20

(a) Lugares clasificados como peligrosos

- (1) En un local donde se utilicen anestésicos inflamables, el área entera debe considerarse como lugar Clase 1, División 1, la cuál se extiende a un nivel de 1.52 m por encima del piso. El volumen remanente hasta la estructura del techo se considera estar encima de un lugar clasificado como peligroso
- (2) Cualquier cuarto o local en el cuál se almacenen anestésicos inflamables o agentes desinfectantes volátiles inflamables, se debe considerar lugar Clase 1, División 1, de piso a techo

(b) Lugares distintos a los clasificados como peligrosos. Cualquier local para anestesia por inhalación diseñado para el uso exclusivo de agentes anestésicos no inflamables se debe considerar lugar distinto al lugar clasificado como peligroso.

517-61. Alambrado y equipo.

(a) Dentro de lugares peligrosos de anestesia

- (1) Excepto como se permite en la sección 517-160, cada circuito de energía dentro, o parcialmente dentro, de un local de anestesia inflamable como se refiere en la sección 517-60, debe aislarse de cualquier sistema de distribución mediante el uso de un sistema de energía aislado
- (2) El equipo del sistema de energía aislado debe estar certificado para este propósito, y el sistema estar diseñado e instalado para cumplir las condiciones de la Parte G
- (3) En los lugares clasificados como peligrosos referidos en la sección 517-60, todo el alambrado y equipos fijos, y todo el equipo portátil, incluyendo lámparas y otros equipos, operando a más de 10 V entre conductores debe cumplir con los requisitos de las secciones 501-1 a la 501-15 y de las Secciones 501-16(a) y (b) para lugares Clase 1, División 1. Todo este equipo debe estar certificado específicamente para las atmósferas peligrosas en cuestión
- (4) Donde una caja accesorio o envolvente, se encuentra parcial, pero no enteramente, dentro de un lugar clasificado como peligroso el área peligrosa incluye toda la caja, accesorio o envolvente entero
- (5) Contactos y clavijas en el lugar clasificado como peligroso deben estar certificados para uso en lugares clasificados como peligroso Clase 1, Grupo C, y contemplar la conexión de un conductor de puesta a tierra
- (6) Los cordones flexibles en áreas peligrosas para la conexión de equipos portátiles, incluso lámparas operando a más de 8 V entre conductores, deben ser certificados para uso extra rudo acorde a la Tabla 400-4 e incluir un conductor adicional de puesta a tierra.
- (7) Un dispositivo para almacenar el cordón flexible se debe incluir, y no debe doblar el cordón a un radio menor a 76 mm

(b) Encima de locales de anestesia peligrosos.

(1) El alambrado encima de áreas peligrosas descritas en la sección 517-60 debe instalarse en conduit metálico rígido pared gruesa, con cable tipo MI, o cable tipo MC con una cubierta continua y metálica sellada al paso de vapores.

(2) El equipo instalado que pueda producir arcos, chispas, o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para iluminación fija, desconectores, interruptores, generadores, motores, u otros equipos con escobillas deslizantes, deben ser del tipo totalmente cerrado o contruidos de suerte que eviten el escape de chispas o partículas de metal caliente.

Excepción: Los contactos montados en los muros encima del área peligrosa en locales de anestesia inflamable no requieren estar totalmente resguardados o tener aberturas cubiertas o protegidas para prevenir la dispersión de partículas

(3) Las luminarias quirúrgicas y otras, deben cumplir con la sección 501-9(b)

Excepción No 1. Las limitaciones de temperatura superficial expuestas en la sección 501-9(b)(2) no se aplican.

Excepción No 2 Los interruptores integrados o colgantes localizados encima y que no pueden ser bajados al área clasificada como peligrosa no requieren ser a prueba de explosión.

(4) Los sellos certificados deben colocarse acorde a la sección 501-5, y sección 501-5(a)(4), a los límites tanto horizontales como verticales del lugar peligroso (clasificado) definido.

(5) Los contactos y clavijas localizados encima del área peligrosa de anestesia deben estar listados para uso en hospitales para los servicios prescritos de tensión, frecuencia, capacidad, número de conductores con la previsión para la conexión de un conductor de puesta a tierra. Este requisito se debe aplicar a los contactos y clavijas de 2 polos, 3 hilos del tipo con puesta a tierra para una fase, 127 V, corriente alterna

(6) Las clavijas y contactos de 220 V nominales, para la conexión de equipo médico de 50 y 60 A de corriente alterna para uso encima de lugares clasificados como peligrosos, deben arreglarse de suerte que el contacto de 60 A reciba indistintamente clavijas de 50 o 60 A. Los contactos de 50 A deben diseñarse para no aceptar clavijas de 60 A. Las clavijas deben ser de 2 polos, 3 hilos con contacto para conectar el conductor aislado (verde o verde con rayas amarillas) de puesta a tierra del sistema eléctrico

(c) Locales de anestesia distintos a los peligrosos

(1) El alambrado que sirve a lugares distintos a los clasificados como peligrosos, como se define en la sección 517-60, debe instalarse en canalización o cable metálico. La canalización o armadura metálica debe estar certificado como un equipo con retorno de tierra acorde a la sección 250-91(b). Los cables tipos MI y MC deben tener una armadura o cubierta metálica exterior identificada como retorno aceptable de tierra

Excepción Los contactos colgantes que emplean cuando menos cordones flexibles tipo SJO o equivalente suspendidos a no menos de 1.83 m del piso

(2) Los contactos y clavijas instaladas y usadas en lugares distintos a los clasificados como peligrosos deben estar certificados para uso en hospital para servicios prescritos de tensión, frecuencia, capacidad y número de conductores con previsión para conectar un conductor de puesta a tierra. Este requisito se debe aplicar a los tipos 2 polos, 3 hilos con puesta a tierra para una fase a 127 ó 220 V nominales de corriente alterna

(3) Las clavijas y contactos de 220 V nominales, para la conexión de equipo médico de 50 y 60 A de corriente alterna para uso encima de lugares clasificados como

peligrosos, deben arreglarse de suerte que el contacto de 60 A reciba indistintamente clavijas de 50 o 60 A. Los contactos de 50 A deben diseñarse para no aceptar clavijas de 60 A. Las clavijas deben ser de 2 polos, 3 hilos con contacto para conectar el conductor aislado (verde o verde con rayas amarillas) de puesta a tierra del sistema eléctrico.

517-62. Puesta a tierra:

En cualquier área de anestesia, todas las canalizaciones metálicas y cables con pantallas metálicas, y todas las partes conductoras no portadoras de corriente de equipo eléctrico fijo, deben ponerse a tierra

Excepción: El equipo operando a no más de 10 V entre conductores no requiere ser puestos a tierra

517-63. Sistemas de energía puestos a tierra en locales de anestesia.

(a) **Circuitos de alumbrado de uso general.** Un circuito de alumbrado de uso general conectado a un suministro normal puesto a tierra debe instalarse en cada cuarto de operación.

Excepción: Cuando está conectado a cualquier fuente alterna permitida en la sección 700-12 que se encuentre separada de la fuente alimentada por el sistema de emergencia.

(b) **Alambrado de circuitos derivados.** Los circuitos derivados que alimentan sólo equipo de diagnóstico y terapia, fijo y listado, permanentemente instalados encima de lugares clasificados como peligrosos y en otras áreas distintas a las clasificadas como peligrosas, pueden alimentarse de un servicio normal puesto a tierra, de una o tres fases, siempre que.

- (1) El alambrado para circuitos aislados y puestos a tierra no ocupen la misma canalización,
- (2) Todas las superficies conductoras del equipo estén puestas a tierra,
- (3) El equipo (excepto los tubos de rayos X confinados y los alambres a dichos tubos) se localice al menos a 2.44 m por encima del piso ó fuera del local de anestesia, y
- (4) Los interruptores para el circuito derivado con puesta a tierra se localicen fuera del lugar clasificado como peligroso.

Excepción Las Secciones 517-63 (b)(3) y (b)(4) no se aplican a lugares distintos a los clasificados como peligrosos

(c) **Circuitos derivados para luminarias fijas.** Los circuitos derivados que alimentan solamente luminarias fijas pueden servirse desde un suministro normal con puesta a tierra, siempre que

- (1) Tales luminarias se ubiquen al menos a 2.44 m por encima del piso,
- (2) Todas las superficies conductoras de las luminarias estén puestas a tierra,
- (3) El alambrado de los circuitos que alimentan a las luminarias no ocupen la misma canalización de los circuitos de energía aislada, y
- (4) Los interruptores sean del tipo montaje en pared y se ubiquen encima de los lugares clasificados como peligrosos.

(d) **Estaciones de control remoto.** Las estaciones de control remoto montadas en pared para interruptores de control remoto operando a 24 V o menos, pueden instalarse en cualquier local de anestesia

(e) **Ubicación de sistemas aislados de energía.** Un centro de carga aislado certificado al respecto y su alimentador primario con puesta a tierra pueden ubicarse en un local de anestesia, siempre que se instale encima de un lugar clasificado como peligroso u otro distinto al lugar clasificado como peligroso

(f) **Circuitos en locales de anestesia.** Excepto como se permite arriba, cada circuito de

energía dentro, o parcialmente dentro, de un local de anestesia inflamable como se refiere en la sección 517-60 debe aislarse de cualquier sistema de distribución que alimente otros locales diferentes de los de anestesia.

517-64. Equipos e instrumentos de baja tensión.

(a) **Requisitos para equipos.** Los equipos de baja tensión que estén frecuentemente en contacto con el cuerpo de personas o tengan elementos descubiertos que llevan corriente, deben:

- 1) Operar a potenciales eléctricos de 10 V o menos.
- 2) Ser certificados como intrínsecamente seguros o como equipos doblemente aislados, o
- 3) Ser resistentes a la humedad.

(b) **Fuentes de potencia.** La energía suministrada a los equipos de baja tensión debe ser aportada desde:

- 1) Un transformador de aislamiento portátil (no debe usarse autotransformadores) conectado a un contacto de un circuito aislado por medio de un cordón y enchufe apropiados, o
- 2) Un transformador de aislamiento común de baja tensión, instalado en un lugar no peligroso, o
- 3) Baterías secas individuales, o
- 4) Baterías comunes, compuestas por celdas de almacenaje, colocadas en un lugar no peligroso.

(c) **Circuitos aislados.** Los transformadores de aislamiento que suministren circuitos de baja tensión deben:

- 1) Tener medios apropiados de aislamiento entre el circuito primario y el secundario, y
- 2) Tener el núcleo y el chasis puestos a tierra

(d) **Controles.** Se permite el uso de dispositivos de impedancia para controlar equipos de baja tensión, pero éstos no deben ser usados para limitar la tensión máxima disponible para el equipo.

(e) **Artefactos o baterías.** Los artefactos operados por baterías no pueden ser recargados mientras estén en operación, a menos que en el circuito de carga se incorpore un transformador de aislamiento integral

(f) **Contactos o enchufes.** Los contactos o enchufes que se usen en circuitos de baja tensión deben ser de un tipo que no permita una conexión intercambiable con circuitos de mayor tensión

Nota: Se sabe que cualquier interrupción del circuito, aun en circuitos de tensión tan baja como 10 V provocada por algún interruptor o conexiones flojas o defectuosas en cualquier punto del circuito pueden producir una chispa suficiente para encender agentes anestésicos inflamables.

E. Instalaciones de rayos X.

Nada de lo dicho en esta parte debe ser interpretado como protección contra el rayo útil o radiación dispersada de rayos X

517-71. Conexión al circuito de alimentación.

(a) **Equipos fijos y estacionarios.** Los equipos de rayos X, fijos y estacionarios deben estar conectados a la fuente de alimentación por medio de un método de alambrado que cumpla con los requisitos generales de esta Norma

Excepción. Los equipos debidamente alimentados por un circuito derivado cuya capacidad especificada no exceda los 30 A, puede alimentarse a través de un enchufe apropiado y un cordón para servicio pesado.

(b) **Equipos portátiles, móviles y transportables.** Para equipos portátiles, móviles y transportables y equipo médico de rayos X, no se requiere circuito derivado individual cuando su capacidad no excede de 60 A.

(c) **Suministro con tensión superior a 600 V.** Los equipos y circuitos que operan con tensiones superiores a los 600 V, deben cumplir con el artículo 710.

517-72. Medios de desconexión.

(a) **Capacidad.** El circuito alimentador debe contar con un medio de desconexión de adecuada capacidad del 50 % como mínimo del régimen momentáneo o el 100 % del régimen prolongado del equipo de rayos X, cualquiera que sea mayor

(b) **Ubicación.** El medio de desconexión debe ser operable desde un lugar fácilmente accesible desde el control del equipo de rayos X

(c) **Equipos portátiles.** Para equipos conectados a circuitos derivados de 127 V y 30 A o menos, se permite el uso de contactos y enchufe del tipo puesto a tierra de capacidad apropiada como medio de desconexión.

517-73. Capacidad de corriente de los conductores de alimentación y protección contra sobrecorriente.

(a) **Equipo de diagnóstico**

1) La capacidad de corriente de los conductores de un circuito derivado los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deberá ser inferior al 50 por ciento de la capacidad de corriente de régimen momentáneo o el 100 por ciento del régimen prolongado, escogiendo el mayor de estos valores

2) La capacidad de corriente de los conductores y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los alimentadores para dos o más circuitos derivados que alimenten unidades de rayos X no debe ser menor del 50 por ciento de la corriente de régimen momentáneo del equipo más grande de rayos X, más un 25% de la corriente de régimen momentáneo de la siguiente unidad más grande, más 10% de la demanda momentánea de los otros equipos de diagnóstico médico de rayos X. Cuando se lleven a cabo exámenes simultáneos por extensión del plano radiológico con unidades de rayos X los conductores de alimentación y los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben ser del 100% del régimen momentáneo de la capacidad de corriente de cada unidad de rayos X

Nota El conductor de menor calibre para circuitos derivados y alimentadores está también gobernado por los requisitos de regulación de la tensión. Para una instalación específica, el fabricante usualmente especifica tamaños mínimos de transformadores de distribución y conductores capacidad de corriente de los medios de desconexión y protección contra sobrecorriente

(b) **Equipos terapéuticos.** La capacidad de los conductores y la capacidad de corriente de los dispositivos de sobrecorriente no será menor del 100% de la capacidad de corriente del equipo de rayos X para terapia médica

Nota: La capacidad de los conductores del circuito derivado, de los medios de desconexión y de las protecciones de sobrecorriente de los equipos de rayos X, es normalmente establecida por el fabricante para la instalación específica.

517-74. Conductores del circuito de control.

(a) **Número de conductores instalados en una canalización** El número de conductores de

control instalados en una canalización debe ser determinado por la sección 300-17.

(b) **Calibre mínimo de los conductores** Se permitirá el uso de conductores calibre 18 ó 16, como se especifica en la sección 725-16, y cordones flexibles para el control y circuito de operación del equipo de rayos X y equipos auxiliares, donde la protección contra sobrecorriente no sea mayor de 20 A.

517-75. Instalación de equipos.

Todos los equipos para nuevas instalaciones de rayos X, y todos los equipos de rayos X usados, reacondicionados para trasladarlos a nuevos locales, deben ser del tipo certificado.

517-76. Transformadores y condensadores.

Los transformadores y condensadores que forman parte de un equipo de rayos X, no están obligados a cumplir con las Secciones 450 y 460.

Los condensadores serán montados en cubiertas de material aislante o de metal puesto a tierra.

517-77. Instalación de cables de alta tensión para equipos de rayos X.

Los cables con pantalla aterrizada para conexión de tubos de rayos X para intensificadores de imagen, se permiten que sean instalados en charolas o ductos los conductores de control y de potencia en necesidades de barreras que separen el cable

517-78. Protección y puesta a tierra.

(a) **Partes de alta tensión** Todas las partes de alta tensión, incluyendo los tubos de rayos X, deben montarse en cubiertas puestas a tierra. Se usará aire, aceite, gas u otra sustancia aislante apropiada para aislar la alta tensión de la cubierta puesta a tierra. La conexión desde el equipo de alta tensión a los tubos de rayos X y otros componentes de alta tensión será hecha con cables de alta tensión con pantalla.

(b) **Cables de baja tensión.** Los cables de baja tensión que conectan unidades que no están completamente selladas, tales como transformadores, condensadores enfriadores de aceite, e interruptores de alta tensión, deben tener aislamiento del tipo de aceite resistente.

(c) **Partes metálicas que no llevan corriente** Las partes metálicas que no llevan corriente del equipo asociado a rayos X (controles, mesas, soportes de tubo de rayos X, tanque de transformadores, cables blindados, cabezales para tubo de rayos X, etc.) deben aterrizzarse tal como lo especifica el artículo 250 y la sección 517-13 (a) y (b).

Excepción El equipo que opera con baterías

F. Sistemas de comunicaciones, señales, sistemas de datos, sistemas de señalización de protección contra incendio y sistemas para tensiones contra incendio y sistemas para tensiones menores a 127 Volts.

517-80. Areas para cuidados de pacientes.

El aislamiento equivalente y el aislamiento necesario para sistemas de distribución eléctrica en áreas para cuidado de pacientes se debe suministrar por medio de comunicaciones, sistemas de señalización circuitos de sistemas de datos sistemas de señalización contra incendio y sistemas con tensión nominal menor a 120 volts

Nota: Un medio aceptable alternativo para suministrar el aislamiento para el sistema de llamado paciente/enfermera es por el uso de señales no eléctricas, comunicación, o dispositivos de control sostenidos por el paciente o que esten al alcance del paciente.

517-81. Otras áreas que las de cuidado al paciente.

En otras áreas que las de cuidado al paciente, las instalaciones deben ser de acuerdo con las previsiones apropiadas de los artículos 725, 760 y 800.

517-82. Transmisión de señales entre aparatos.

(a) **General.** La instalación permanente del cableado para señales desde un aparato en un lugar de paciente a un aparato remoto, debe emplearse un sistema de transmisión de señales que prevenga la interconexión peligrosa a tierra de los aparatos.

Nota: Ver las secciones 517-13(b) y 517-15.

(b) **Sistema común de aterrizaje para cables de señales.** Se permite usar un sistema común de aterrizaje para cables de señales (por ejemplo un chasis aterrizado para terminales de transmisión), entre aparatos localizados en la vecindad del paciente, que se aterrizan al mismo punto de referencia.

G Sistemas de energía aislados.

517-160. Sistemas de energía aislados.

(a) **Instalaciones.**

1) Cada circuito de energía aislado debe controlarse por un interruptor que tenga un polo de desconexión en cada conductor del circuito aislado, para desconectar simultáneamente toda la energía. Tal aislamiento puede complementarse por medio de uno o más transformadores que no tengan conexión eléctrica entre los devanados primario y secundario; por medio de conjuntos motor generador, o por medio de un sistema aislado de baterías.

2) Los circuitos que alimentan los primarios de los transformadores de aislamiento deben operar a no más de 600 Volts entre conductores y deben tener una apropiada protección contra sobrecorriente. La tensión secundaria de tales transformadores no debe exceder de 600 Volts entre conductores de cada circuito. Todos los circuitos alimentados desde tales secundarios no deben ser aterrizados, y deben tener un dispositivo de sobrecorriente certificado de valor nominal (adecuado para cada conductor).

Los circuitos alimentados directamente desde las baterías o del conjunto motor generador no deben ser aterrizados y deben protegerse contra sobrecorriente de la misma manera que los circuitos secundarios alimentados del transformador. Si existe una pantalla electrostática, debe conectarse al mismo punto de referencia de tierra.

3) Los transformadores de aislamiento, los conjuntos motor generador, las baterías y cargadores de baterías, y los dispositivos de sobrecorriente asociados al primario o secundario, no debe instalarse en lugares clasificados como peligrosos. El cableado del circuito secundario aislado que se extienda a lugares de anestesia peligrosos, debe instalarse de acuerdo con la sección 501-4.

4) Un circuito derivado aislado que alimenta un lugar de anestesia, no debe alimentar otros lugares.

5) Los conductores de circuitos aislados deben identificarse como sigue:

Conductor aislado No. 1 -- naranja

Conductor aislado No. 2 -- café

Para sistemas trifásicos, el tercer conductor se identifica con el color amarillo.

6) No deben usarse compuestos para el cableado que incrementen la constante dieléctrica, en los conductores secundarios del suministro de energía aislado.

Nota: No. 1. Es recomendable limitar el tamaño del transformador de aislamiento a 10

KVA o menos y usar aislamiento de conductores con baja corriente de fuga que satisfagan los requisitos de impedancia

Nota: No. 2: Minimizar la longitud de los conductores del circuito derivado y utilizar aislamiento de conductores con una constante dieléctrica menor que 3.5 y una resistencia de aislamiento constante mayor 6100 megohm-metro (a 16°C) para reducir la corriente de fuga desde la línea a tierra, reduciendo la corriente peligrosa del monitor.

(b) Monitor de aislamiento de línea

- 1) Además de los dispositivos de control y de protección de sobrecorriente, cada sistema de potencia aislado debe proveerse con un monitor de aislamiento de línea que opera continuamente para indicar las posibles fugas o fallas de corriente de cada conductor aislado a tierra. El monitor debe estar diseñado de tal manera que una lámpara señalizadora de color verde, pueda verse fácilmente por las personas del lugar de anestesia, permanecer iluminada cuando el sistema está adecuadamente aislado de tierra, una lámpara roja señalizadora y una alarma audible (remota si se desea) debe de energizarse cuando la corriente total peligrosa (que consiste de posibles corrientes de fuga resistivas ó capacitivas) de cualquier conductor aislado alcanza un valor cercano a los 5 miliamperes, bajo condiciones de tensión normal. El monitor no debe sonar para valores menores de 3.7 miliamperes o para una corriente total peligrosa de menos de 5.0 miliamperes

Excepción. Puede permitirse el diseño para operar a un valor menor al límite de la corriente total de peligro. Un monitor de aislamiento de línea para tal sistema puede permitirse, pero el valor no debe ser menor al 35% del correspondiente valor límite de la corriente total de peligro y la corriente de peligro del monitor consecuentemente debe reducirse a no más de 50 % del valor de alarma de la corriente total de peligro

- 2) El monitor de aislamiento de línea debe ser diseñado para tener suficiente impedancia en tierra de tal manera que, cuando se conecta apropiadamente al sistema aislado, la corriente máxima interna que puede circular a través del monitor de aislamiento de línea, cuando cualquier punto del sistema aislado sea aterrizado, debe ser de 1 miliampere

Excepción El monitor de aislamiento de línea puede permitirse que sea del tipo de baja impedancia, de tal manera que la corriente a través de él, cuando cualquier punto del sistema aislado sea aterrizado, no exceda de dos veces el valor de alarma para un periodo que no exceda de 5 milisegundos

Nota: La reducción de la corriente de peligro del monitor, prevé que esta reducción resulta en un incremento de valores de "no alarma" para la corriente de peligro de falla, por lo que puede incrementar la capacidad del circuito

- 3) Se debe conectar un ampermetro calibrado en el sistema de corriente de peligro total (contribución de la corriente de peligro del monitor) en un lugar plenamente visible sobre el monitor de aislamiento de línea con la "zona de alarma" al centro de la escala aproximadamente

Excepción El monitor de aislamiento de línea puede operar como una unidad compuesta, con una sección sensible cableado a una sección separada de tipo panel y carátula en la cual la alarma o las funciones de prueba están localizadas

Nota: Es recomendable localizar el ampermetro de tal manera que sea muy visible para las personas que están en el lugar de anestesia

ARTICULO 518 LUGARES DE CONCENTRACION PUBLICA

518-1. Alcance.

Esta sección cubre todos los inmuebles o parte de ellos o estructuras diseñadas o destinadas para la reunión de 100 o más personas.

518-2. Clasificación general.

Los lugares de concentración pública incluyen, pero no se limitan a:

- Arenas de box
- Armerías
- Auditorios
- Bancos
- Bares y cantinas
- Bibliotecas públicas
- Boliches y billares
- Cárceles y reclusorios
- Carpas y circos
- Centros nocturnos
- Cines
- Edificios de oficinas públicas
- Edificios de oficinas privadas donde se atiende al público
- Escuelas y demás centros docentes
- Establecimientos comerciales
- Estadios
- Ferias y exposiciones
- Galerías o salas de exposición
- Gimnasios y centros deportivos
- Hospitales y clínicas
- Hoteles, moteles y albergues
- Iglesias y templos
- Funerarias
- Mercados
- Museos
- Pistas de patinaje
- Plazas taurinas
- Restaurantes y cafeterías
- Salas para conferencias
- Salones de baile
- Salones de fiestas
- Teatros
- Terminales para pasajeros (aereas, terrestres, marítimas)

La ocupación de cualquier salón o espacio para propósitos de reunión de menos de 100 personas en un edificio u otro local, o que está destinado para otro uso, debe clasificarse como parte del otro local, es decir, para los fines a que está destinado y sujeto a las disposiciones que le sean aplicables.

Cuando una estructura de un inmueble o parte del mismo, contiene una saliente o plataforma de escenario o una área para representaciones teatrales o musicales, ya sea fija o portátil, el alambrado de esta área y todo el equipo usado en esta, así como el equipo portátil y la instalación para uso en producciones musicales que no estén conectados en forma permanente, debe cumplir con el artículo 520.

518-3. Otros artículos

(a) **Lugares clasificados como peligrosos.** Los lugares clasificados como peligrosos localizados en cualquier Lugar de Concentración Pública se deben instalar de acuerdo con el artículo 500.

(b) **Alambrado temporal.** En Salas de Exhibición, Conferencias y Exposiciones, el alambrado temporal se debe instalar de acuerdo con el artículo 305: Alambrado Temporal, excepto que se permitan cables y cordones flexibles certificados, pueden ser llevados sobre el piso, deben estar protegidos de contacto con el público.

(c) **Sistemas de emergencia.** El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con el artículo 700: Sistemas de emergencia.

518-4. Métodos de alambrado.

Los métodos de alambrado deben ser canalizaciones metálicas, no metálicas embebidas en un espesor de concreto no menor de 50.8mm, y usando conductores clasificados como LS, cable tipo MI, o cable tipo MC.

Excepción No 1. El cable con cubierta no metálica, el cable tipo AC, las canalizaciones no metálicas, y las canalizaciones rígidas no metálicas, se pueden instalar en aquellos edificios o parte de ellos donde no se requieran de construcción a prueba de fuego por las disposiciones reglamentarias de construcción aplicables.

Excepción No 2. Como se establece en el artículo 640: Equipos de Grabación de Sonido y Similares, en el artículo 800: Circuitos de Comunicación, en el artículo 725: Circuitos de Control Remoto y Señalización Clase 2 y 3, y en el artículo 760: Circuitos de Señalización para Protección contra el Fuego.

Nota: La Construcción clasificada Contra Fuego, es la misma Clasificación de Resistencia al Fuego usada en los Reglamentos de Construcción.

518-5. Suministro.

Los tableros portátiles y el equipo portátil de distribución debe ser alimentado solamente desde una salida de potencia con suficiente capacidad de corriente y tensión. Dicha salida debe protegerse con dispositivos de sobre corriente. Tales dispositivos de sobre corriente y las salidas no deben ser accesibles al público en general. Se debe tener provisiones para la conexión de un conductor a tierra. El neutro de los alimentadores para un suministro de atenuación de estado sólido de tres fases 4 hilos se debe considerar como un conductor portador de corriente.

ARTICULO 520 AREAS DE AUDIENCIA EN TEATROS, CINES, ESTUDIOS DE TELEVISION Y LUGARES SIMILARES.

A. Disposiciones generales.

520-1. Alcance.

Las disposiciones de esta sección se aplican a todos los inmuebles o parte de ellos, diseñados o usados para representaciones teatrales, musicales, proyecciones cinematográficas, o usos similares y áreas para audiencias dentro de estudios de cine y televisión.

520-2. Proyectores de cine.

El equipo de cine, su instalación y uso, deben cumplir con el artículo 540.

520-3. Reproducción de sonido.

Los equipos de reproducción de sonido y su instalación deben cumplir con el artículo 640.

520-4. Métodos de alambrado.

Los métodos de alambrado deben ser canalizaciones metálicas, no metálicas embebidas en un espesor de concreto no menor de 50.8 mm, cable tipo MC, o cables tipo MI.

Excepción No. 1. El alambrado de tableros portátiles, iluminación del escenario, efectos del escenario, y otros alambrados no fijos, se permite con cables y cordones flexibles certificados como se prevee en este artículo. No se permite la fijación de tales cables y cordones mediante clavos o grapas no aisladas.

Excepción No. 2 Como se indica en el artículo 640 para Grabación de Sonido, en el Artículo 800 para Circuitos de Comunicación, en el artículo 725 para Circuitos de Control Remoto y Señalización Clase 2 y Clase 3, y en el artículo 760 para Circuitos de Señalización de Protección contra Incendio

Excepción No. 3 El cable con cubierta no metálica, el cable tipo AC, las canalizaciones no metálicas, y las canalizaciones rígidas no metálicas se pueden instalar en aquellos edificios o parte de ellos donde no se requiera construcción a prueba de fuego por las disposiciones reglamentarias de construcción aplicables

520-5. Número de conductores en canalizaciones.

El número de conductores permitidos en cualquier tubo rígido metálico o no metálico, o ductos metálicos eléctricos para circuitos de escenario o para conductores de control remoto, no debe exceder el porcentaje de relleno de la Tabla 1 del Capítulo 10. Cuando los conductores se encuentren en ductos con tapa, u otros auxiliares, la suma de las áreas de las secciones transversales de ellos, no debe exceder el 20 por ciento del área de la sección transversal de esta canalización. El límite de 30 conductores de las secciones 362-5 y 374-5 no se aplica.

520-6. Resguardo de partes vivas.

Las partes vivas deben encerrarse o protegerse para prevenir el contacto accidental con personas u objetos. Todos los interruptores deben ser del tipo de operación desde fuera. Los atenuadores luminosos, incluyendo reóstatos, se colocan en gabinetes que encierren todas las partes vivas.

520-7. Sistemas de emergencia.

El control de los Sistemas de Emergencia debe cumplir con el Artículo 700: Sistemas de emergencia.

520-8. Circuitos derivados.

Un circuito derivado de cualquier tamaño que alimente uno o más contactos, puede alimentar la iluminación del escenario. La tensión nominal de los contactos no debe ser menor que la tensión del circuito.

La capacidad en amperes de los contactos y la capacidad de los conductores del circuito derivado, no debe ser menor que la protección del circuito derivado. No debe aplicarse la tabla 210-21(b)(2)

B. Tableros para escenarios fijos.

520-21. Frente muerto.

Los tableros para escenarios deben ser del tipo de frente muerto y deben cumplir con la parte C del Artículo 384, a menos que estén certificados basados en su utilidad como tablero para escenarios.

520-22. Resguardo de la parte posterior de los tableros.

Los tableros de distribución para escenarios que tengan partes vivas expuestas en la parte posterior, deben encerrarse con las paredes del local, mallas de alambre, o por cualquier otro

método aprobado. El acceso a este recinto será por medio de una puerta de cierre automático.

520-23. Control y protección contra sobrecorriente de circuitos de contactos.

Se debe proveer protección contra sobrecorriente en el tablero de iluminación del escenario al cuál se conectan los circuitos de carga de los circuitos derivados de iluminación del escenario, incluyendo los circuitos derivados que alimentan los contactos del escenario y la sala. Cuando el Tablero contenga atenuadores para el control de la iluminación que no sea parte del escenario, se permite la localización de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en el tablero del escenario.

520-24. Cubierta metálica.

Un tablero de escenario que no esté completamente cerrado, con su frente y fondo muertos o que no esté remetido en una pared debe estar provisto con una cubierta metálica que cubra toda su longitud para proteger a todo el equipo de objetos que puedan caer o penetrar.

520-25. Atenuadores. Los atenuadores deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes:

(a) **Desconexión y protección contra sobrecorriente.** Cuando los atenuadores se instalen en conductores activos, cada atenuador debe tener una protección contra sobrecorriente no mayor al 125 por ciento de la capacidad nominal del atenuador, y debe desconectarse de todos los conductores activos cuando el interruptor individual que lo alimenta se encuentre en posición de abierto.

(b) **Atenuadores del tipo de resistencias o reactancias.** Los atenuadores del tipo de resistencias o reactancia en serie se pueden instalar en un conductor puesto o no a tierra del circuito. Cuando se diseñan para abrir el circuito alimentador del atenuador o el controlado por ellos, el atenuador debe cumplir con la sección 380-1. Los atenuadores del tipo resistencia o reactancia en serie instalados sobre el conductor neutro puesto a tierra del circuito, no deben abrir el circuito.

(c) **Atenuadores tipo autotransformador.** El circuito alimentador de un atenuador del tipo autotransformador no debe exceder de 150 V entre conductores. El conductor puesto a tierra será común a los circuitos de entrada y salida.

(d) **Atenuadores de estado sólido.** El circuito alimentador de un atenuador de estado sólido no debe exceder de 150 V entre conductores, a menos que el atenuador este específicamente certificado para una tensión mayor. Cuando un conductor puesto a tierra alimenta a un atenuador, debe ser común a los circuitos de entrada y salida. El armazón del atenuador debe estar conectado al conductor de puesta a tierra del equipo.

Nota: Ver sección 210-9 para circuitos derivados de autotransformadores.

520-26. Tipo de tablero.

Los tableros de escenario deben ser uno o una combinación de los siguientes tipos:

(a) **Manual.** Los atenuadores o interruptores se operan mediante palancas acopladas a los dispositivos de control.

(b) **Control remoto.** Los dispositivos se operan electricamente desde un tablero o consola del tipo piloto. Los tableros de control piloto pueden ser parte del tablero de distribución o estar ubicados en otro lugar.

(c) **Intermedios.** Un tablero de escenario con circuitos interconectados es un tablero secundario (de repuesto) o tablero remoto del tablero primario de escenario. Debe tener protección contra sobrecorriente. Cuando la protección contra sobrecorriente requerida para el circuito derivado se encuentra en el tablero de atenuación, se permite omitirla en el tablero intermedio.

520-27. Alimentadores de tableros de escenarios.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Los alimentadores para tableros de escenarios debe ser uno de los siguientes:

(a) **Alimentador individual.** Un alimentador individual desconectado por un dispositivo de desconexión individual. El neutro de un alimentador de sistemas de atenuación de estado sólido de 3 fases, 4 hilos, debe considerarse portador de corriente.

(b) **Alimentadores múltiples de tableros de escenario intermedios** (tableros de repuesto). Se permiten alimentadores múltiples en cantidad ilimitada, siempre que todos ellos formen parte de un sólo sistema. Cuando se combinen, los conductores neutros en una canalización dada deben tener la suficiente capacidad de conducción de corriente para llevar la máxima corriente de desbalance de los múltiples alimentadores en la misma canalización, pero no necesariamente mayor que la capacidad de conducción de corriente del neutro alimentador del tablero de escenario primario. Los conductores neutros que se pongan en paralelo deben cumplir con la sección 310-4.

El neutro de los alimentadores que suministran a un sistema atenuador de 3 fases, 4 hilos, debe considerarse como un conductor portador de corriente.

(c) **Alimentadores separados para tableros de escenario primarios individuales** (banco de atenuadores). Las instalaciones con alimentadores separados a tableros de escenario primarios individuales deben tener un medio de desconexión para cada alimentador. El tablero de escenario primario debe tener una marca permanente y visible estableciendo el número y localización de los medios de desconexión. Si los medios de desconexión se extienden en más de un tablero de distribución, el tablero de escenario primario debe tener medios de identificación que correspondan a estas distintas ubicaciones. El conductor neutro de alimentadores a sistemas de atenuación de estado sólido de 3 fases, 4 hilos, se considera un conductor portador de corriente.

Para determinar la capacidad de alimentación a tableros, se permite considerar la carga máxima que el tablero controla en una instalación dada, siempre que los alimentadores al tablero estén protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente con un valor nominal no mayor a la capacidad de conducción de corriente del alimentador, y que la apertura del dispositivo contra sobrecorriente no tenga ningún efecto sobre la salida de sistemas de iluminación de emergencia.

(Para calcular los alimentadores para cargas de tableros de escenario, ver la sección 220-10)

C. Equipos fijos para escenarios.

520-41. Cargas de los circuitos. Los circuitos derivados que alimenten las lámparas de piso, de bambalinas y del proscenio, no deben exceder una carga mayor de 20 A.

Excepción Cuando se usen solamente portalámparas del tipo de servicio pesado, tales circuitos deben cumplir con el artículo 210 para circuitos de protalámparas tipo servicio pesado.

520-42. Aislamiento de conductores. Las luminarias de piso, bambalinas, proscenio, líneas portátiles y conectores deben alambrarse con conductores con aislamiento adecuado a la temperatura de operación, pero no menor a 125°C. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de 125°C debe ser la de los conductores a 60°C, para condiciones normales de operación. Las cubiertas de los conectores deben ser de 90°C, con no más de 152 mm del conductor dentro del conector. En este caso no se aplican las tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V del artículo 310. Nota 8(a).

(Ver tabla 310.13 para tipos de cables) (N.E.) Se estima que debería decir: En este caso no se aplican las Notas de las Tablas de Capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V del Artículo 310, Nota 8(a) (Ver final de Tabla 310-19))

520-43. Luces de piso o candilejas.

(a) **Canal metálico continuo.** Si para las luces de piso se usa un canal metálico, éste debe

ser de lámina no menor que 20 MSG_{(ne(1))} con tratamiento contra la oxidación. Las terminales de los portalámparas deben estar al menos a 12.7mm de separación del metal del canal. Los conductores del circuito deben soldarse a las terminales de los portalámparas.

(b) **Otras construcciones diferentes al canal metálico.** Cuando no se utilice el canal metálico especificado en la sección 520-43(a), las lámparas de piso deben ser del tipo con salidas individuales, con portalámparas alambradas con conduit metálico tipo pesado, o tipo ligero, o tubo metálico flexible, o cable tipo MC, o cable tipo aislamiento mineral, o cable con cubierta metálica. Los conductores del circuito deben soldarse a las terminales de los portalámparas.

(c) **Luces de piso ocultas.** Las luces de piso ocultas se deben disponer de manera que el suministro de corriente se desconecte automáticamente, cuando las luces se oculten en el nicho designado al efecto.

520-44. Luces de bambalinas y proscenio.

(a) **Disposiciones generales.** Las luces de bambalinas y proscenio deben (1) construirse como se especifica en la sección 520-43, (2) soportarse y colocarse adecuadamente; y (3) diseñarse de manera que las pestañas de los reflectores y otras guardas, protejan a las lámparas de daño mecánico, y de contacto accidental con el escenario u otros materiales combustibles.

(b) **Cables para luces de bambalinas.** Los cables para alimentar las luces de bambalinas deben ser del tipo certificado para uso extra rudo. Los cables deben soportarse adecuadamente. Tales cables deben emplearse sólo cuando el uso de los conductores flexibles se hagan necesarios. La capacidad de conducción de corriente de los conductores debe ser la que se indica en la sección 400-5.

Excepción. Los cordones certificados tipo multiconductor para uso extra-rudo que no estén en contacto directo con el equipo que contienen fuentes de calor, pueden tener una capacidad de conducción de corriente determinada en la Tabla 520-44. La máxima corriente de carga de cualquier conductor no debe exceder los valores de la Tabla 520-44.

520-45. Contactos.

Los contactos para equipos eléctricos o luminarias en el escenario deben llevar marcado su valor en A.

Los conductores que alimentan estos contactos deben estar en concordancia con los Artículos 310 y 400.

520-46. Conectores, cajas y contratruercas.

Los contactos para la conexión de equipo de iluminación de escenario portátil deben ser colgantes o montados en troneras adecuadas o montados en gabinetes y cumplir con la sección 520-45. Los cables de suministro para contactos y cajas de derivación deben ser como se especifica en la sección 520-44(b).

520-47. Lámparas en el tablado del escenario.

Las lámparas instaladas en los tablados de los escenarios deben resguardarse de daño físico y proveerse con un espacio de aire no menor a 50.8 mm entre tales lámparas y cualquier material combustible.

520-48. Máquinas para cortinas.

Las máquinas para cortinas deben estar certificadas.

520-49. Control del registro de la chimenea.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Cuando los registros de chimeneas del escenario se liberan mediante un dispositivo eléctrico, el circuito que opera el circuito debe ser del tipo normalmente cerrado y controlarse por al menos 2 interruptores de operación externa, uno colocado en el escenario ya sea en la estación del electricista o jefe del escenario, y otro ubicado donde lo designe la autoridad competente.

El dispositivo debe diseñarse para tensión plena del circuito al cuál se conecta, sin insertar ninguna resistencia. El dispositivo debe ubicarse en la galería arriba del escenario y encerrarse en una caja metálica adecuada con puerta sellada automáticamente.

D. Tableros portátiles en el escenario.

520-50. Tablero para conexión en gira (un tipo de tablero provisional).

Un tablero diseñado para permitir la conexión en campo ó gira de tableros de escenario portátiles a salidas de iluminación fijas mediante circuitos suplementarios permanentemente instalados. El tablero, circuitos suplementarios y salidas deben cumplir con los incisos siguientes (a) a (d)

(a) **Circuitos de carga.** Los circuitos deben terminar en entradas polarizadas de corriente y tensión nominales adecuadas al receptáculo de carga

(b) **Transferencia de circuitos** En los circuitos que se transfieren entre tableros portátiles y fijos deben transferirse simultáneamente juntos la línea y el neutro

(c) **Protección contra sobrecorriente** Los dispositivos que alimentan estos circuitos suplementarios deben protegerse con dispositivos de circuito derivado contra sobrecorriente. El circuito suplementario individual, dentro del tablero de conexión en campo y teatro, debe protegerse con un dispositivo contra sobrecorriente de circuito derivado del valor adecuado dentro del tablero de conexión en campo o gira.

(d) **Envolvente** La construcción del tablero debe ajustarse al artículo 384.

Tabla 520-44. Capacidad de corriente permitida para cables de uso extrarudo con temperatura nominal de 75 y 90 °C.

Tamaño mm ²	calibre AWG	Temperatura nominal del cable		Valor máximo de sobrecarga del dispositivo de protección
		75 ° C	90 ° C	
2.08	(14)	24	28	15
3.31	(12)	32	35	20
5.26	(10)	41	47	25
8.37	(8)	57	65	35
13.30	(6)	77	87	45
21 15	(4)	101	114	60
33 60	(2)	133	152	80

* La capacidad de corriente indicada es la capacidad permitida - para cables multiconductores donde hay solamente 3 conductores de cobre que conducen corriente. Si el número de conductores portadores de corriente en un cable excede al número de tres, y el factor de diversidad de carga es como mínimo de 50%, la capacidad permitida de cada conductor debe reducirse como se muestra en la siguiente tabla

Número de conductores	Porcentaje de capacidad permitida
4 a 6	80
7 a 24	70
25 a 42	60
43 en adelante	50

Nota: Temperatura máxima de aislamiento. En ningún caso los conductores deben asociarse a la clase de circuito, el método de instalación o al número de conductores de tal manera que se exceda el límite de temperatura de los conductores.

520-51. Suministro.

Los tableros portátiles deben alimentarse sólo de salidas de energía de valor nominal de tensión y corriente suficientes. Tales salidas de energía deben incluir sólo interruptores termomagnéticos o de fusibles en caja y de operación externa, montados en el escenario o en el tablero permanente en una ubicación fácilmente accesible desde el piso del escenario. Se deben colocar preparaciones para la conexión de un conductor de puesta a tierra del equipo. El neutro de alimentadores a sistemas de atenuación de estado sólido de 3 fases, 4 hilos, debe considerarse como conductor portador de corriente.

520-52. Protección contra sobrecorriente.

Los circuitos de tableros portátiles alimentando directamente equipo conteniendo lámparas incandescentes no mayores de 300 W deben ser protegidos mediante dispositivos con un ajuste no mayor a 20 A. Los circuitos para portalámparas de más de 300 W pueden protegerse conforme al artículo 210.

520-53. Construcción y alimentadores.

Los tableros portátiles y alimentadores para uso en escenarios deben cumplir con (a) a (p) siguientes:

(a) **Envolvente.** Los tableros portátiles deben colocarse dentro de una envolvente de construcción adecuada, la cual puede arreglarse para que abra durante la operación. Las envolventes de madera deben estar completamente delineadas con una placa metálica de espesor no menor a 0.63 mm galvanizada, tropicalizada, barnizada, o adecuadamente recubierta para prevenir la corrosión, o ser de un material resistente a la corrosión.

(b) **Partes energizadas.** No deben haber partes energizadas expuestas dentro de la envolvente.

Excepción. Para placas de atenuadores como se condiciona en (e) siguiente.

(c) **Interruptores.** Todos los interruptores deben ser del tipo cerrado y de operación externa.

(d) **Protección de circuitos.** Los dispositivos contra sobrecorriente deben colocarse en cada conductor activo de cada circuito alimentado a través del tablero. Se deben tener envolventes para todos los dispositivos contra sobrecorriente además de la envolvente del tablero.

(e) **Atenuadores.** Las terminales de los atenuadores deben tener cubiertas, y las placas de los atenuadores deben acomodarse de manera que no pueda provocarse un contacto accidental con los contactos de la placa.

(f) **Conductores interiores.** Todos los conductores diferentes de las barras, dentro de la envolvente del tablero deben trenzarse. Los conductores deben ser certificados para una temperatura de operación al menos igual a la temperatura de operación de los dispositivos atenuadores usados en el tablero, y en ningún caso menor que los siguientes: (1) atenuadores tipo resistencia 200 °C o (2) atenuadores tipo reactor, autotransformador y estado sólido, 125 °C. Todo el alambrado de control debe cumplir con el artículo 725.

Cada conductor debe tener una capacidad de conducción de corriente no menor al valor nominal del interruptor termomagnético o fusible que lo alimente. La interrupción del circuito debe ser conforme con las secciones 110-9 y 110-10. Los tableros con una inadecuada capacidad de corto circuito deben protegerse del lado de la línea mediante dispositivos limitadores de corriente. La capacidad nominal de corto circuito se debe marcar sobre el tablero.

Excepción. Los conductores para lámparas piloto con una protección contra sobrecorriente.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

no mayor a 20 A.

Los conductores deben colocarse en canalizaciones metálicas o estar debidamente asegurados y protegidos al pasar a través de paredes metálicas.

(g) **Lámpara piloto.** Debe colocarse una lámpara piloto dentro de la envolvente y conectarse al circuito de alimentación del tablero, de manera que la apertura del interruptor principal no corte el suministro a la lámpara. Esta lámpara debe estar en un circuito derivado individual con una protección contra sobrecorriente ajustada a no más de 15 A.

(h) **Conductores de alimentación.** La alimentación a un tablero portátil debe hacerse mediante cordones o cables certificados para uso extra rudo. Los cordones o cables de alimentación deben terminar dentro de la envolvente del tablero, en un interruptor maestro de fusibles o interruptor termomagnético, o en un montaje de conectores certificados para el propósito. Los cables o cordones de alimentación (y montaje de conectores) deben tener la suficiente capacidad de conducción de corriente para llevar la carga total conectada al tablero y deben protegerse mediante dispositivos contra sobrecorrientes.

Los juegos de cables de alimentación monopolares no deben ser menores al No 2. El conductor de puesta a tierra del equipo, no debe ser menor al No 6. Los cables monopolares de alimentación deben ser de la misma longitud, tipo, tamaño, y agrupados juntos, pero no atados. El conductor de puesta a tierra del equipo, puede ser de distinto tipo, a condición de que cumpla los otros requisitos de esta sección, y se permite reducir su tamaño conforme a la sección 250-95. Los conductores neutro y de puesta a tierra del equipo deben identificarse conforme a las secciones 200-6, 250-57(b), y 310-12. Los conductores neutros pueden identificarse marcando al menos los primeros 152.4 mm de ambos extremos de cada tramo con blanco o gris natural. Los conductores de puesta a tierra de equipo pueden identificarse marcando al menos 152.4 mm de ambos extremos de cada tramo del conductor con verde o verde con franjas amarillas. Donde exista más de una tensión nominal dentro de las mismas premisas, cada conductor activo de sistema se debe identificar en forma normal.

Excepción No. 1 Conductores de alimentación no mayores a 3.05 m de longitud. En los casos donde los conductores de alimentación no excedan los 3.05 m de largo entre el suministro y el tablero o el suministro y un subsecuente dispositivo de protección contra sobrecorriente, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación debe de ser al menos una cuarta parte de la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente, cuando todas las siguientes condiciones se den:

- a. Los conductores de alimentación deben terminar en un dispositivo individual de protección contra sobrecorriente que limite la carga a la capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación. Este dispositivo individual contra sobrecorriente debe permitir alimentar dispositivos adicionales contra sobrecorriente en el lado de la carga.
- b. Los conductores de alimentación no deben penetrar paredes, pisos, o techos, o correr a través de puertas y áreas de tráfico. Los conductores de alimentación deben protegerse adecuadamente contra daño físico.
- c. Los conductores de alimentación deben ser rematados de manera aprobada.
- d. Los conductores deben ser continuos sin empalmes o conectores.
- e. Los conductores no deben atarse.
- f. Los conductores deben soportarse sobre el piso de manera aprobada.

Excepción No. 2. Conductores de alimentación no mayores a 6.1 m de longitud. En los casos donde los conductores de alimentación no exceden los 6.1 m de largo entre el suministro y el tablero o el suministro y un dispositivo subsecuente de protección contra sobrecorriente, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación debe ser de al menos un medio de la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente del suministro,

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

cuando todas las condiciones siguientes se den:

- a. Los conductores de alimentación deben terminar en un dispositivo de protección contra sobrecorriente que limite la carga a la capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación. Este dispositivo individual de sobrecorriente, debe permitir alimentar a otros dispositivos de sobrecorriente adicionales en el lado de carga.
 - b. Los conductores de alimentación no deben penetrar paredes, pisos o techos, o correr a través de puertas o áreas de tráfico. Los conductores de alimentación deben protegerse adecuadamente contra daño físico.
 - c. Los conductores de alimentación deben rematarse de manera aprobada.
 - d. Los conductores de alimentación deben soportarse de manera aprobada al menos a 2.13 m sobre el piso, excepto en las terminales.
 - e. Los conductores de alimentación no deben atarse.
 - f. Los conductores de derivación deben ser tramos enteros.
- (i) **Arreglo de cables.** Los cables deben protegerse mediante monitores cuando atraviesen envolventes, y deben arreglarse de modo que la tensión mecánica del cable no se transmita a las conexiones. Donde los conductores de energía pasen a través de paredes metálicas, se deben aplicar los requerimientos de la sección 300-20.
- (j) **Número de interconexiones en la alimentación.** Donde se usen conectores en los conductores de alimentación, debe haber un máximo de 3 interconexiones (pareadas) cuando la longitud total del suministro al tablero no exceda los 30.5 m. En los casos donde la longitud total desde el suministro al tablero exceda los 30.5 m, una interconexión adicional se permite.
- (k) **Conectores unipolares separables.** Donde se usen conectores unipolares para cables portátiles, éstos deben ser certificados y del tipo con seguro. El uso de tales conectores debe cumplir con al menos una de las siguientes condiciones:
- (1) La conexión y desconexión de los conectores sólo es posible cuando los conectores de alimentación están interbloqueados con la fuente de manera que no es posible conectar o desconectar los conectores cuando el suministro está energizado.
 - (2) Los conectores de línea son del tipo interbloqueo-secuencial de manera que los conectores de carga deban conectarse en la siguiente secuencia:
 - a. Conexión del conductor de puesta a tierra del equipo.
 - b. Conexión del conductor neutro, si existe.
 - c. Conexión del conductor activo, y la desconexión debe darse en orden inverso.
 - (3) Se coloca una Nota de precaución en forma adyacente a los conectores de línea, indicando que la clavija debe conectarse en el siguiente orden:
 - a) Conexión del conductor de puesta a tierra del equipo.
 - b) Conexión del conductor neutro, si existe.
 - c) Conexión del conductor activo, y la desconexión debe darse en orden inverso.
- (l) **Protección de los conductores y conectores de alimentación.** Todos los conductores y conectores de alimentación deben protegerse contra daño físico con medios apropiados. Esta protección no tiene que ser necesariamente una canalización.
- (m) **Entradas biseladas de superficie.** Las entradas biseladas de superficie (clavijas remetidas) que se usen para aceptar energía deben tener marcado su valor de corriente en A.
- (n) **Terminales.** Las terminales a las cuales en donde se conectan los cables del escenario deben ubicarse a manera de permitir un acceso conveniente a las terminales.
- (o) **Terminal neutra de alimentación.** En equipo de tableros portátiles para uso con alimentación de 3 fases, 4 hilos, la terminal neutra de la alimentación, su barra asociada, o alambrado equivalente, o ambas, deben tener una capacidad de conducción de corriente igual al de la capacidad de corriente de la más grande de las terminales activas. Las líneas de

suministro de energía para tableros portátiles deben dimensionarse considerando al neutro como un conductor portador de corriente. Donde se usen cables alimentadores unipolares, no instalados en canalizaciones, en circuitos multifase, el conductor neutro tendrá una capacidad de conducción de corriente del 100 por ciento del conductor del circuito activo que alimenta al tablero portátil.

Excepción Cuando el equipo del tablero portátil está específicamente construido e identificado para ser internamente convertido en campo, de manera certificada para uso con alimentación con neutro balanceado de 3 fases, 4 hilos a uno monofásico de 3 hilos con neutro, la terminal neutra de la alimentación y su barra asociada, alambrado equivalente, o ambos, debe tener una capacidad de conducción de corriente igual a la terminal activa más grande de la alimentación monofásica.

(p) Personal calificado El tendido de conductores de alimentación portátiles, el armado y desarmado de los conectores de alimentación y otras conexiones de alimentación, y la energización y desenergización de los servicios de alimentación deben ser llevados a cabo por personal calificado, y los tableros portátiles deben así estar marcados, indicando este requisito en una manera permanente y clara.

Excepción: La conexión de un tablero portátil a un receptáculo de salida permanentemente instalado, y la salida protegida para su valor nominal de corriente mediante un dispositivo de sobrecorriente no mayor a 150 A, y además esa salida, interconexión y tablero cumple con lo siguiente

- a. Emplean conectores listados multipolares adecuados al propósito de cada interconexión de la alimentación, y
- b. Previenen el acceso a las conexiones de la alimentación del público en general, y
- c. Emplean cables y cordones multiconductores de uso extra rudo con la capacidad de conducción de corriente adecuada al tipo de carga y no menor al valor nominal de corriente de los conectores

E. Equipo portátil del escenario.

520-61. Luminarias de arco.

Las luminarias de lámparas de arco, incluyendo las luminarias de arco cerrado y balastos asociados, deben ser certificados. Los cables y cordones de interconexión deben ser del tipo de uso extra rudo y certificados.

520-62. Cajas de contactos portátiles.

Las cajas de contactos portátiles deben cumplir con (a) hasta (e) siguientes:

(a) Envoltentes La construcción debe ser de manera que ninguna parte portadora de corriente esté expuesta

(b) Receptáculos y protección contra sobrecorriente Los receptáculos deben cumplir con la sección 520-45 y deben tener una protección de circuito derivado contra sobrecorriente en la caja. Los fusibles e interruptores termomagnéticos deben protegerse contra daño físico. Los cables y cordones que alimentan a receptáculos colgantes deben ser certificados para uso extra rudo

(c) Barras y terminales Las barras deben tener una capacidad de conducción de corriente igual a la suma de valores nominales de corriente de todos los circuitos conectados a la barra. Se deben usar zapatas para la conexión del cable principal.

(d) Entradas biseladas de superficie Las entradas biseladas de superficie (clavijas remetidas) que se usan para aceptar la energía deben tener marcado su valor nominal en A

(e) Arreglo de cables Los cables deben ser adecuadamente protegidos cuando pasen a través de envoltentes y arreglados de manera que la tensión mecánica del cable no se

transmita a las terminales.

520-63. Alambrado de luminarias de repisa.

(a) **Alambrado de repisa.** Las luminarias de repisas usadas en el escenario deben alambrarse internamente, y el cañón de la luminaria debe llevarse a la parte trasera del escenario donde se coloca un monitor al final del cañón.

Excepción: Las repisas externamente alambradas y otras luminarias pueden permitirse, cuando usen cordones para uso rudo que se extiendan a través del escenario y sin ninguna unión o empalme en el dosel de la parte posterior de la luminaria y terminan en un conector del tipo certificado para escenario y localizado a 457 mm de la luminaria

(b) **Montaje.** Las luminarias deben asegurarse firmemente en su lugar

520-64. Series portátiles.

Las series portátiles deben construirse acorde a los requisitos de las luces de borde y luces de proscenio lateral descritas en la sección 520-44(a). El cable de alimentación debe protegerse con monitores cuando pase a través de paredes metálicas y debe arreglarse de manera que la tensión mecánica en el cable no se transmita a las conexiones

Nota: 1: Ver la sección 520-42 para el alambrado de series portátiles.

Nota: 2: Ver la sección 520-68(a), *Excepción No 2* para tipos de aislamientos requeridos para conductores unipolares

520-65. Guirnaldas.

Las uniones en el alambrado de guirnaldas deben ser escalonadas. Las lámparas encerradas en linternas o dispositivos similares de material combustible, deben equiparse con guardas

520-66. Efectos especiales.

Los dispositivos eléctricos usados para simular relámpagos, caídas de agua, y otros parecidos deben construirse y ubicarse de manera que las flamas, chispas, y partículas calientes no puedan entrar en contacto con material combustible

520-67. Conectores de cable.

Los conectores de cable, macho y hembra, para conductores flexibles deben construirse de manera que la tensión mecánica en el cordón no se transmita a las conexiones. La mitad hembra debe colocarse del lado de carga del cable o cordón de alimentación. El conector debe tener marcado su valor nominal en A y diseñado de manera que otros dispositivos con un valor nominal diferente no puedan conectarse equivocadamente. Los conectores de corriente alterna multipolares deben ser polarizados y cumplir con las secciones 410-56(f) y 410-58

Nota: Ver la sección 400-10 para jalado de terminales.

520-68. Conductores para equipos portátiles.

(a) **Tipo de conductor.** Los conductores flexibles, incluyendo las extensiones, usados para alimentar equipos portátiles del escenario deben ser cordones o cables certificados para uso extra rudo

Excepción No. 1 Se permite usar cable reforzado para alimentar lámparas de pie donde el cordón no está sujeto a caño físico severo, y está protegido por un dispositivo contra sobrecorriente de no mas de 20 A

Excepción No. 2. Se permite usar un montaje especial de conductores en una manga no mayor de 1 m en lugar de un cordón flexible si los alambres individuales están trenzados y tienen un valor nominal no menor a 125 °C y la manga exterior es de fibra de vidrio con un espesor de pared de al menos 635 micrometros

Excepción No. 3 Donde el equipo portatil requiera cables de alimentación flexibles con un

valor nominal de temperatura mayor y un extremo de este cable está permanentemente ligado al equipo, se permite usar conductores adecuados alternos.

(b) Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente de los conductores debe ser la que se especifica en la sección 400-5, excepto para cordones multiconductores certificados para uso extra rudo, que no están en contacto directo con el equipo que contiene elementos productores de calor, los cuáles tienen su capacidad determinada en la Tabla 520-44. La corriente de carga máxima en cualquier conductor, no debe exceder los valores en la Tabla 520-44

Excepción. Donde las excepciones Nos. 2 y 3 de la sección 520-68(a) permiten el uso de conductores alternos, su capacidad de conducción de corriente debe ser la dada en las tablas correspondientes de esta Norma para los tipos de cables utilizados.

520-69. Adaptadores.

Los adaptadores, y otros dispositivos de una o varias salidas deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

(a) No reducción del valor nominal de corriente. Cada receptáculo y su cable correspondiente deben tener los mismos valores de tensión y corriente que la clavija de alimentación. No se deben utilizar en un circuito de escenario con una capacidad de corriente mayor

(b) Conectores. Todos los conectores deben alambrarse acorde a las secciones 520-67 y 520-68(a).

F. Vestidores.

520-71. Portalámparas colgantes.

Portalámparas colgantes deben instalarse en los vestidores

520-72. Guardas para lámparas.

Todas las lámparas incandescentes expuestas en los vestidores a menos de 2.44 m del piso, deben equiparse con guardas, ribeteadas a la cubierta de la caja de conexiones o selladas o aseguradas en su lugar en algún modo

520-73. Interruptores requeridos.

Todas las salidas para alumbrado y contactos en los vestidores deben ser controlados por interruptores de pared instalados en el vestidor. Cada interruptor que controle un contacto debe estar provisto con una lámpara piloto que indique cuando el contacto está energizado

G. Puesta a tierra.

520-81. Puesta a tierra.

Todas las canalizaciones metálicas y cables con cubierta metálica deben estar conectados a tierra. Las estructuras y envolventes metálicas de todos los equipos, incluyendo luces de borde y luminarias portátiles, deben estar conectadas a tierra. La conexión a tierra se debe hacer conforme a el artículo 250

ARTICULO 530 ESTUDIOS DE CINE, TELEVISION Y LUGARES SIMILARES.

A. Generales.

530-1. Alcance.

Los requerimientos de esta Sección se aplican a estudios de cine y televisión que usen ya sea cámaras de película o electrónicas, excepto como se apunta en la sección 520-1, y en fábricas, laboratorios, teatros, locales o partes de un local donde se procese, imprima, corte, edite, enrolle, repare o almacene película o cintas de más de 22 mm de ancho

530-2. Definiciones.

Caja de contactos: Un dispositivo de corriente directa consistente en uno o mas receptáculos de 2 polos, 2 hilos, no polarizado, no aterrizado diseñado para ser usado exclusivamente en circuitos de corriente directa.

Distribuidor de corriente alterna: (caja de contactos de corriente alterna). Un centro distribuidor que contiene uno o más contactos aterrizados y polarizados, que puede incluir dispositivos de protección contra sobrecorriente

Equipo portátil: Equipo diseñado para ser movido de un lugar a otro

B. Escenario

530-11. Alambrado permanente.

El alambrado permanente debe ser con cable tipo MC, tipo MI, o en canalizaciones certificadas

Excepción Los circuitos de comunicación, grabación y reproducción de sonido, de control remoto clase 2 y clase 3, de señalización y de señalización de protección contra incendio de potencia limitada, pueden ser alambrados de acuerdo con los Artículos 640: 725, 760, y 800.

530-12. Alambrado portátil.

El alambrado de las luces, efectos y equipos propios del escenario, y otros alambrados no fijos, debe ser hecho con cables y cordones flexibles certificados. Los empalmes y derivaciones están permitidos en los cordones flexibles usados para alimentar equipos del escenario, siempre que tales empalmes se hagan con dispositivos certificados y que el circuito esté protegido a no más de 20 A. Tales cables no deben fijarse con clavos o tachuelas

530-13. Control de efectos y luces del escenario.

Los interruptores usados para la iluminación y efectos del escenario (en el proscenio y locaciones) deben ser del tipo con operación externa. Donde se usen contactores como medio de desconexión para fusibles se debe usar un interruptor de operación externa para el control de cada contactor localizado a no más de 1.80 m del mismo, en conjunto con interruptores de control remoto

Excepción Se permite usar un interruptor de operación externa para desconectar simultáneamente todos los contactores en una locación, donde se localicen a no más de 1.80 m de la locación

530-14. Cajas de contactos.

Cada contacto en las cajas de contactos de corriente directa debe tener un valor nominal no menor a 30 A

530-15. Envoltentes y resguardo de partes vivas.

(a) **Partes vivas** Las partes vivas deben estar cubiertas o resguardadas para prevenir cualquier contacto accidental con personas u objetos.

(b) **Interruptores** Todos los interruptores deben ser del tipo de operación externa

(c) **Reóstatos** Los reóstatos deben colocarse en gabinetes que contengan todas las partes vivas, teniendo solamente las manijas de operación expuestas

(d) **Partes portadoras de corriente.** Las partes portadoras de corriente de interruptores, "tableros de locación", arañas y cajas de contactos deben estar cubiertas, resguardadas, o localizadas de tal manera que las personas no puedan accidentalmente tocar por ellas mismas o con materiales conductores, tales partes.

530-16. Lámparas portátiles.

Las lámparas portátiles de trabajo deben estar equipadas con cordones flexibles, portalámparas de porcelana cubierta con metal, y provistas con protecciones apropiadas.

Excepción. Las lámparas portátiles usadas como equipos intrínsecos en un estudio de cine o televisión, en un escenario de estudio o en una locación.

530-17. Luminarias portátiles de arco.

(a) **Luminarias portátiles de arco de carbon.** Las luminarias portátiles de arco de carbón, deben estar construídas adecuadamente. El arco debe estar provisto con una envolvente diseñada para retener chispas y carbones, y para evitar que las personas y materiales entren en contacto con el arco o partes vivas. Las envolventes deben estar ventiladas. Todos los interruptores deben ser del tipo de operación externa.

(b) **Luminarias portátiles de descarga eléctrica con arco no carbónico.** Las luminarias portátiles de arco no carbónico, incluyendo las luminarias cubiertas, y balastros asociados deben estar certificadas. Los cables y cordones de interconexión deben ser del tipo de uso extra rudo y estar certificados.

530-18 Protección contra sobrecorriente - Tiempo corto.*

* (Una consideración especial se da a los estudios de cine y similares, debido a que los periodos de filmación son de corta duración).

Generales. Los dispositivos de protección contra sobrecorrientes (interruptores termomagnéticos o fusibles) para la iluminación de escenarios de estudios de cine y sus respectivos cables de alimentación deben cumplir con (a) y hasta (f).

(a) **Cables de escenario.** Los cables para la iluminación del escenario deben protegerse con dispositivos contra sobrecorrientes ajustados a no más del 400 por ciento de la capacidad de conducción de corriente dada en las tablas aplicables de los Artículos 310 y 400.

(b) **Alimentadores.** En edificaciones usadas para producción cinematográfica, los alimentadores desde la subestación a los escenarios deben protegerse con dispositivos contra sobrecorriente (generalmente localizados en la subestación) de valores apropiados. Dichos dispositivos pueden ser multipolares o unipolares. No se requiere un dispositivo contra sobrecorriente en el conductor neutro. El ajuste del dispositivo contra sobrecorriente de cada alimentador no debe exceder del 400 por ciento de la capacidad de conducción de corriente del alimentador, como se da en las tablas aplicables del artículo 310. Estos ajustes no se permiten cuando el equipo opera por periodos mayores a 20 minutos.

(c) **Tableros de locación.** Debe proveerse protección contra sobrecorriente (fusibles o interruptores termomagnéticos) en los "tableros de locación". Los fusibles en los "tableros de locación" deben tener un valor no mayor al 400 por ciento de la capacidad de conducción de corriente de los cables entre los "tableros de locación" y las cajas de contactos.

(d) **Cajas de contactos.** Los cables y cordones de las cajas de contactos deben ser de cobre. Los cables y cordones menores a 8.37 mm² (8 AWG) deben sujetarse a la caja de contactos mediante una clavija conteniendo 2 cartuchos fusibles o un interruptor termomagnético bipolar. El valor de estos fusibles o el ajuste del interruptor termomagnético no deben superar el 400 por ciento de la capacidad de conducción de corriente de los cables y cordones dada en las tablas aplicables de los Artículos 310 y 400. Las cajas de contactos no se permiten en sistemas de corriente alterna.

(e) **Cajas de distribución de corriente alterna.** Las cajas de distribución de corriente alterna usadas en los estudios de sonido y filmación deben tener contactos del tipo polarizado y aterrizado.

(f) **Iluminación.** Las luces de trabajo, lámparas de pie y luminarias, cuando se conecten a cajas de contactos, se deben hacer mediante clavijas con 2 cartuchos fusibles no mayores de 20 A, o pueden conectarse a contactos especiales en circuitos protegidos por fusibles o interruptores termomagnéticos de valor nominal no mayor a 20 A. Las clavijas fusibles no se deben usar a menos que estén en el lado de carga del fusible o interruptor termomagnético en los "tableros de locación".

530-19 Dimensionamiento de alimentadores para estudios de televisión.

(a) **Generales.** Se permite aplicar los factores de demanda listados en la Tabla 530-19(a) a la porción de la carga máxima posible conectada para la iluminación del estudio para todos los alimentadores permanentemente instalados entre el tablero del escenario principal y los centros de carga del escenario o tableros de locación.

Tabla 530-19(a). Factores de demanda por etapas para alumbrado

Parte de la carga de alumbrado a la cual se le aplica el factor de demanda (Volt-Amperes) del alimentador	Factor de demanda
Primeros 50,000 o menos	100%
De 50,001 a 100,000	75%
De 100,001 a 200,000	60%
Excedentes a 200,000	50%

(b) **Alimentadores portátiles.** Se permite aplicar un factor de Demanda del 50 por ciento de la máxima carga posible conectada para todos los alimentadores portátiles

530-20. Puesta a tierra.

Los cables tipo MC, tipo MI, las canalizaciones metálicas, y todas las partes metálicas no conductoras de corriente de los equipos, y el equipo mismo, deben ser puestos a tierra como se especifica en el artículo 250. Esto no se aplica a lámparas colgantes y portátiles, a la iluminación y equipo de sonido del escenario, ni a cualquier otro equipo portátil o especial propio del escenario operando a no más de 150 V a tierra en corriente directa

530-21. Conectores separables unipolares.

Cuando se usen conectores unipolares para cables portátiles, deben estar certificados y ser del tipo con seguro. El uso de tales conectores debe cumplir con al menos una de las siguientes condiciones

- (1) La conexión y desconexión de tales conectores sólo es posible cuando los conectores de alimentación diseñados de manera que no es posible desconectarlos cuando la alimentación está energizada
- (2) Los conectores de línea deben ser certificados del tipo bloqueo-en-secuencia conectados en la siguiente secuencia
 - a. Conexión del conductor de puesta a tierra
 - b. Conexión del conductor neutro aterrizado, si existe
 - c. Conexión del conductor activo Y la desconexión en orden inverso
- (3) Se debe colocar una Nota de advertencia en los conectores de línea indicando

que la conexión de clavijas debe seguir el siguiente orden:

- a. Conexión del conductor de puesta a tierra del equipo.
- b. Conexión del conductor neutro aterrizado, si es el caso.
- c. Conexión de los conductores activos. Y la desconexión en orden inverso.

530-22. Circuitos derivados.

Un circuito derivado de cualquier tamaño que alimente uno o más contactos, puede alimentar cargas de iluminación del escenario.

C. Vestidores.

530-31. Vestidores.

Se debe instalar alambrajo fijo en los vestidores acorde a los métodos cubiertos en el capítulo 3. El alambrajo de vestidores portátiles debe ser certificado

D. Mesas de presentación, corte y montaje.

530-41. Lámparas en las mesas.

Se debe usar solamente portalámparas, cubiertas con metal, porcelana, sin apagadores, equipados con medios adecuados para proteger a las lámparas de daño físico y de fragmentos de película en las mesas de presentación, corte y montaje.

E. Bovedas de almacenaje de películas de nitrato celulosa

530-51. Lámparas en bovedas de almacenaje de películas de nitrato celulosa.

Las lámparas en bóvedas de almacenaje de películas de nitrato celulosa deben instalarse en luminarias fijas del tipo cerradas y selladas. Las lámparas deben controlarse mediante interruptor en cada conductor activo. Este interruptor debe localizarse fuera de la bóveda, y estar provista con una luz piloto que indique si el interruptor está encendido o apagado. Este interruptor debe desconectar de cualquier fuente de alimentación a todos los conductores activos que terminen en una salida o contacto dentro de la bóveda.

530-52. Motores y otros equipos en las bovedas de almacenaje de películas de nitrato celulosa.

Excepto como se permite en la sección 530-51, no se permite localizar receptáculos, contactos, motores eléctricos, calentadores, luces portátiles o cualquier otro equipo portátil dentro de las bóvedas de almacenaje de películas de nitrato celulosa

F. Subestaciones:

530-61. Subestaciones

El alambrajo y equipo de más de 600 V nominales, deben cumplir con el artículo 710

530-62. Tableros de baja tensión.

Los tableros de 600 V nominales o menos, deben cumplir con el artículo 384.

530-63. Protección contra sobrecorriente de generadores de corriente directa.

Los generadores de corriente directa de 3 hilos deben protegerse con dispositivos contra sobrecorriente con un valor de ajuste en corriente acorde a la corriente nominal del generador. Se permiten dispositivos contra sobrecorriente de uno o dos polos, y no se requiere de protección contra sobrecorriente en el conductor neutro (aún si esta o no aterrizado)

530-64. Resguardo y espacio de trabajo.

Los resguardos y espacios para trabajo en las subestaciones fijas permanentes deben cumplir con las secciones 110-16 y 110-17

Nota: Para el resguardo de partes vivas de motores y generadores, ver las secciones 430-11 y 430-14)

Excepción: Los tableros de no más de 250 V de corriente directa entre conductores, cuando se encuentren en subestaciones o cuartos de tableros accesibles sólo a personal calificado, no requieren de un frente muerto

530-65. Subestaciones portátiles.

El alambrado y equipo en subestaciones portátiles deben ajustarse a las Secciones aplicables a instalaciones en subestaciones fijas permanentes, pero debido a las limitaciones en el espacio disponible, los espacios para trabajo pueden reducirse, siempre que se consiga que el operador pueda trabajar con seguridad y que otro personal en la vecindad no pueda accidentalmente tocar las partes conductoras de corriente, o poner en contacto objetos con ellos cuando estén energizados

530-66. Puesta a tierra en subestaciones.

Las partes metálicas no conductoras de corriente deben ponerse a tierra acorde al artículo 250.

Excepción: Las estructuras y armazones de los interruptores termomagnéticos de corriente directa en tableros

ARTICULO 540 PROYECTORES DE CINE

A. Generales.

540-1. Alcance.

Los requerimientos de este artículo se aplican a los cuartos de proyección, a los proyectores y equipos asociados de los tipos profesional o no profesional usando fuentes luminosas incandescentes, de arco de carbon, xenón, o cualquiera otra que genere gases, polvos o radiaciones peligrosas

B. Definiciones

540-2. Proyector profesional.

El proyector profesional es del tipo que usa película de 35 o 70 mm con un ancho mínimo de 35 mm, y tiene en cada borde 5.4 perforaciones por 25.4 mm, o del tipo que usa fuentes luminosa de arco de carbón, xenón u otra que genere gases, polvos o radiaciones peligrosas.

540-3. Proyectores no profesionales.

Los proyectores no profesionales son aquellos tipos diferentes a los descritos en la sección 540-2

C. Equipos y proyectores del tipo profesional.

540-10. Cuartos de proyección obligatorios.

Cada proyector del tipo profesional debe localizarse dentro de un cuarto de proyección. Cada cuarto de proyección debe ser del tipo de construcción permanente, aprobado para el tipo de inmueble en el cual se localiza el cuarto de proyección. Todas las troneras de proyección, troneras de lámparas, troneras de observación, y cualquier otra abertura similar, debe estar provista de vidrio o cualquier otro material apropiado que cierre completamente la abertura. Tales cuartos no se consideran lugares clasificados como peligrosos como se define en el artículo 500

540-11. Localización de equipo eléctrico asociado.

(a) **Moto-generadores, transformadores, rectificadores, reostatos, y equipo similar.** Los moto-generadores, transformadores, rectificadores, reóstatos, y equipo similar para el suministro de corriente para proyección o iluminación de haz, se debe localizar si es posible, en un local separado. Cuando se encuentren en el cuarto de proyección, deben localizarse o resguardarse de manera que arcos y chispas no puedan entrar en contacto con la película, y los motogeneradores deben tener las terminales del conmutador protegidas como se indica en la sección 520-48.

(b) **Interruptores, dispositivos contra sobrecorriente, u otros equipos.** Los interruptores, dispositivos contra sobrecorriente, u otros equipos no requeridos o usados normalmente para proyectores, reproducción de sonido, lámparas de efectos especiales o iluminación, o cualquier otro equipo no se debe instalar en los cuartos de proyección.

Excepción No. 1: En los cuartos de proyección certificados para uso sólo de películas (seguras) de acetato-celulosa, se permite la instalación de equipo eléctrico usado junto con la operación del equipo de proyección y control de luces, cortinas, equipo de audio, etc.... En tales cuartos de proyección, se debe colocar una señal "Sólo se permite película segura en este cuarto" en el exterior de la puerta del cuarto, y dentro del mismo, en una ubicación conspicua.

Excepción No. 2 Se permiten los interruptores de control remoto para la operación de las luces del auditorio, ó interruptores para el control de motores operando cortinas o cubiertas de la pantalla de proyección

(c) **Sistemas de emergencia** El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con el artículo 700, Sistemas de emergencia

540-12. Espacio de trabajo.

Cada proyector, luz de fondo, luz de acento, o equipo similar debe tener un espacio libre de trabajo no menor a 762 mm a cada lado y parte posterior

Excepción Se permite un espacio de la misma dimensión entre dos piezas de equipo adyacentes.

540-13. Tamaño del conductor. Los conductores de los contactos para los proyectores de arco y xenón de los proyectores del tipo profesional no deben ser menor al No 8, y debe tener el tamaño suficiente para el proyector empleado. Los conductores para proyectores del tipo incandescente deben ajustarse a los requerimientos normales dados en la sección 210-24

540-14. Conductores para lámparas y equipos calientes.

Se deben usar en todas las lámparas u otros equipos donde la temperatura ambiente en los conductores instalados exceda los 50 °C, conductores aislados para un valor nominal de temperatura de 200 °C

540-15. Cordones flexibles.

Se pueden usar los cordones certificados para uso rudo presentados en la Tabla 400-4 en equipos portátiles

540-20. Certificación.

Los proyectores y envoltentes para lamparas de arco, xenon o incandescentes, y rectificadores, transformadores, reostatos y equipos similares deben estar certificados

540-21. Marcaje.

Los proyectores y otros equipos deben estar marcados con el nombre del fabricante o marca comercial, y con la tensión y corriente para los cuáles están diseñados de acuerdo a la sección 110-21.

D. Proyectores no profesionales.

540-31. Cuarto de proyección no obligatorio.

Los proyectores del tipo no profesional o miniatura, cuando emplean película (segura) de acetato-celulosa, pueden operar sin un cuarto de proyección.

540-32 Certificación.

El equipo de proyección debe estar certificado.

E. Grabación y reproducción de sonido

540-50 Grabación y reproducción de sonido.

El equipo de grabación y reproducción de sonido debe instalarse como se especifica en el artículo 640.

ARTICULO 545 INMUEBLES PREFABRICADOS

A.- Disposiciones generales.

545-1.- Alcance.

Esta Sección establece los requisitos para los inmuebles prefabricados y los componentes de inmuebles que se definen en él.

545-2.- Otras secciones aplicables.

En los casos en que los requisitos de otros artículos de esta Norma difieran de los que establece el artículo 545, se aplicarán estos últimos.

545-3.- Definiciones.

Componentes de un inmueble: Cualquier subsistema, subconjunto u otro sistema diseñado para usarse dentro, integrarse y/o formar parte de una estructura, el cual puede incluir partes estructurales y sistemas mecánicos, hidrosanitarios, eléctricos, de protección contra incendios y contra otros agentes que afectan la salud y la seguridad.

Construcción cerrada: Cualquier edificio, componente de edificio, conjunto o sistema fabricado de manera que las partes ejecutadas durante el proceso de fabricación no puedan inspeccionarse antes de su instalación en el sitio de la obra, sin desarmar, dañar o destruir.

Inmueble prefabricado: Cualquier edificio de construcción cerrada que sea fabricado o ensamblado en fábrica, dentro o fuera del sitio de la obra, para instalarse y/o ensamblarse en el sitio previsto para el inmueble, y que no es una vivienda móvil, ni un vehículo de recreo.

Sistemas de un inmueble: El conjunto de planos, especificaciones y documentos de un sistema de fabricación de inmuebles y/o para una clase o sistema de componentes de edificios. Esta información puede incluir estructuras, sistemas mecánicos, hidrosanitarios, eléctricos, de protección contra incendios y contra otros agentes que afectan la salud y la seguridad, así como las variantes que se indique como parte del sistema y/o que lo complementen.

545-4. Métodos de alambrado

(a) **Métodos permitidos:** Se permiten todos los métodos de alambrado y canalizaciones incluidos en esta Norma y aquellos otros métodos específicamente diseñados y certificados para su uso en el edificio prefabricado, usados con accesorios certificados para uso en el edificio fabricado.

(b) **Fijación de cables:** En construcción cerrada, sólo se permite fijar los cables en las cajas

o gabinetes y en accesorios cuando se use conductor calibre AWG 10 o menor y la protección contra daños físicos esté asegurada según la Sección 300-4.

545-5. Conductores de entrada de acometida.

Los conductores de entrada de acometida cumplirán los requisitos del artículo 230 y se dejarán las provisiones para su instalación desde el equipo de acometida hasta el punto de conexión a la acometida exterior.

Nota: Ver la sección 310-10 para limitación de temperatura de los conductores.

545-6. Instalación de los conductores de acometida.

Los conductores de entrada de acometida se instalarán después del ensamble en el sitio de la obra.

Excepción - Cuando se conozca el punto de conexión de la acometida antes de la fabricación.

545-7. Ubicación del equipo de acometida.

El equipo de acometida se instalará de conformidad con la Sección 230-70(a).

545-8. Protección de conductores y equipos.

Se debe prever la protección para conductores y equipo expuestos durante los procesos de fabricación, embalaje, transporte y ensamble en el sitio de la obra

545-9 Cajas.

(a) Dimensiones.- Se permite el uso de cajas de dimensiones diferentes de aquellas requeridas en la tabla 370-16(a), cuando sean probadas, identificadas y certificadas según las normas aplicables

(b) Hasta 1640 cm³ Las cajas de salida hasta 1640 cm³, para instalarse en construcción cerrada, se fijarán con anclajes o abrazaderas certificadas para que la instalación quede firme y segura

545-10. Contactos e interruptores en caja propia.

Se permitirá instalar contactos e interruptores en caja propia y sus medios de montaje, cuando estén probados, identificados y certificados por normas aplicables.

545.11. Unión y conexión a tierra.

Los tableros prealambrados y los componentes de construcción, deben tener previstos los puentes de unión y la conexión a tierra de todas las piezas metálicas descubiertas que pudieran hacer contacto con partes activas, de acuerdo con el artículo 250, partes E, F, y G.

545-12. Conductor del electrodo de puesta a tierra.

El conductor del electrodo de puesta a tierra cumplirá con los requisitos del artículo 250, parte J. Se dejarán las provisiones necesarias para el paso del conductor del electrodo de puesta a tierra desde la acometida hasta el punto de conexión al electrodo

545-13. Interconexión de componentes.

Se permitirá el uso de accesorios y conectores que se destinen a quedar ocultos después del ensamblaje en la obra, para la interconexión en obra de módulos u otros componentes de inmuebles, si tales accesorios y conectores están probados y certificados según las normas aplicables.

Estos accesorios y conectores serán iguales al método de alambrado usado en la instalación en lo referente a aislamiento, elevación de temperatura, resistencia a corrientes de falla y serán capaces de soportar las vibraciones y movimientos leves que ocurran en los componentes del edificio prefabricado

ARTICULO 547.- CONSTRUCCIONES AGRICOLAS

547-1. Alcance.

Este artículo se aplica a las construcciones agrícolas o partes de construcciones agrícolas según se especifica en a) y b) siguientes.

(a) **Polvo excesivo y lodo** - Las construcciones agrícolas en las que se puede acumular polvo excesivo o lodo, incluyendo todas las áreas de pollos, ganado y peces donde se puede acumular polvo de basura o polvo de comida, incluyendo partículas de alimento mineral y áreas adyacentes de naturaleza similar o parecida

(b) **Atmósfera corrosiva** - Las construcciones agrícolas donde existan atmósferas corrosivas. Tales construcciones incluyen áreas donde (1) el excremento de aves y ganado puede causar vapores corrosivos; (2) partículas corrosivas pueden combinarse con agua; (3) el área está húmeda y mojada por razones de lavado periódico para limpieza y saneamiento con agua y agentes purificantes; (4) existencia de condiciones similares.

547-2. Otros artículos.

Para construcciones agrícolas que no tengan las condiciones indicadas en la Sección 547-1, las instalaciones eléctricas deberán hacerse de acuerdo con los artículos aplicables de este código

547-3. Temperatura superficial.

Los equipos o dispositivos eléctricos instalados de acuerdo con las disposiciones de este artículo deben ser instalados de manera tal que operen correctamente a plena capacidad sin desarrollar una temperatura superficial excesiva, según el rango normal de operación segura especificado para el equipo o dispositivo

547-4. Métodos de alambrado.

En construcciones agrícolas como las que se describen en la Sección 547-1 a) y b) se utilizarán cables tipo UF, NM-C, SNM o de cobre SE u otros tipos de cables o canalizaciones adecuadas para el lugar con accesorios terminales certificados para el tipo de alambrado empleado. Los métodos de alambrado del artículo 320 y el artículo 502 son permitidos únicamente para lo especificado en la Sección 547-1 a). Se permiten los métodos de alambrado del artículo 347 y el artículo 351, parte B. Todos los cables deben ser asegurados por una distancia de 20 cm de cada gabinete, caja o accesorio. Para las construcciones cubiertas por este artículo no se requiere del espacio de aire de 6.35 mm para cajas no metálicas, conduit y accesorios según la Sección 300-6 (c)

Nota: Ver secciones 300-7 y 347-9 para instalación de sistemas de canalización expuesta a temperaturas muy diferentes

(a) **Cajas, accesorios y dispositivos de alambrado** Todas las cajas y accesorios cumplirán con la Sección 547-5.

(b) **Conexiones flexibles.** Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, conectores flexibles herméticos al polvo, tubo metálico flexible hermético a los líquidos, o cordones flexibles, éstos deberán ser del tipo certificado para uso pesado. Todos deben ser usados con accesorios de tipo certificado

547-5. Interruptores, controles de motores y fusibles.

Los interruptores, controles de motores y fusibles, incluyendo pulsadores, relés y dispositivos similares usados en construcciones como las descritas en la Sección 547-1 a) y b), deben estar

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

provistos con una cubierta como se especifica en (a) y (b) siguientes.

(a) **Polvo excesivo y lodo** Para las construcciones descritas en la Sección 547-1 (a) se deben utilizar cubiertas a prueba de polvo y a prueba de agua.

(b) **Atmósfera corrosiva** Para las construcciones descritas en la Sección 547-1 (b) se debe utilizar cubiertas selladas contra agua resistentes a la corrosión.

Nota: El aluminio fundido y el acero magnético se corroe en el medio agrícola.

547-6. Motores.

Los motores y otras máquinas eléctricas rotativas deben estar totalmente cerrados o diseñados de manera que se reduzca al mínimo la entrada de polvo, humedad o partículas corrosivas

547-7. Equipos de alumbrado.

Los equipos de alumbrado instalados en las construcciones agrícolas descritas en la Sección 547-1 deben cumplir con lo siguiente:

(a) **Reducir la entrada de polvo** - Los equipos de alumbrado deben ser instalados para reducir la entrada de polvo, materias extrañas, humedad y material corrosivo.

(b) **Expuestos a daños físicos** - Cualquier equipo de alumbrado que esté expuesto a daños físicos debe ser protegido por un guarda adecuada.

(c) **Expuestos al agua.** - Un equipo que pueda estar expuesto al agua proveniente de la condensación, al agua o solución utilizada en el aseo de las construcciones, o a ambas, debe ser hermético al agua

547-8. Puesta a tierra, unión, y nivel equipotencial:

(a) **Puesta a tierra y unión.** La puesta a tierra y la unión (interconexión entre estructuras metálicas) cumplirán con el artículo 250

Nota: Ver la Sección 250-21 para corriente inconveniente en conductores de puesta a tierra.

Excepción El puente de unión principal no se requerirá en el panel de distribución dentro o sobre inmuebles para guardar ganado o aves de corral cuando se reúnan todas las condiciones siguientes.

- 1.- Todo el alambrado de los inmuebles o parte de ellos pertenece al mismo dueño.
- 2.- Si el equipo se conecta a tierra con un conductor del mismo calibre que el conductor más grande del circuito de alimentación, que seguirá el mismo recorrido que los conductores alimentadores, si es del mismo material. Si es de otro material se ajustará el calibre de conformidad con la Tabla 250-95
- 3.- Los medios de desconexión de la acometida se establecerán en el punto de distribución para la alimentación de esos edificios.
- 4.- El conductor de puesta a tierra del equipo se conectará al conductor de puesta a tierra del circuito en el equipo de acometida
- 5.- Se proveera y conectara el conductor de puesta a tierra del equipo a un electrodo de puesta a tierra en el tablero de distribución

Excepción No.2. Un sistema de tubería de agua de tipo metálico e interior u otro sistema metálico interior de una construcción agrícola al cual el equipo eléctrico que requiere ser aterrizado, no está unido ó en contacto eléctrico, se permite que sea puenteado a la cubierta del equipo de servicio o a la barra de aterrizaje del equipo en un tablero que alimenta a la construcción por medio de un dispositivo de impedancia construido para al fin, si cumple con todas las condiciones siguientes

- a. El dispositivo debe tener una capacidad nominal de corto circuito como mínimo de 10,000 A
- b. El conductor de puenteo debe ser de cobre aislado y no menor de 8.37 mm² (8

AWG) No 8 y debe ser instalado sin empalme cuando es conectado al dispositivo de impedancia.

- c. El dispositivo de puenteo debe instalarse en una canalización apropiada para las condiciones existentes.
- d. El conductor de puenteo debe conectarse al sistema de tubería metálica por medio de un conector apropiado de presión para las condiciones existentes ó por medio de soldadura exotérmica.

(b) Elementos de concreto empotrados.- La malla de alambres u otros elementos conductores, cuando se coloquen en el piso de concreto o en áreas de confinamiento para animales, para proporcionar un nivel equipotencial, se conectará al sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio. La conexión se hará con un conductor de cobre, aislado o desnudo, no menor de 8.37 mm² (8 AWG) No 8. La conexión a la malla de alambre o a los elementos conductores será por conectores de presión, grapas de bronce, cobre, aleación de cobre u otros medios similares que sean certificados para tales casos.

Nivel equipotencial - Un plano equipotencial es un área donde una malla de alambre y otros elementos conductores están empotrados en concreto, conectados a todos los equipos conductores adyacentes, estructuras o superficies y conectados al sistema eléctrico de puesta a tierra para prevenir una diferencia de potencial que podría aparecer en ese espacio.

Nota: Si una malla de alambre u otra red conductora está empotrada en un piso de concreto o en una plataforma y si esa red está conectada a la barra de puesta a tierra del sistema eléctrico, el ganado que haga contacto entre el piso y la plataforma de concreto y la estructura metálica o el equipo, será menos probable que quede expuesto a un nivel de tensión que pueda alterar la conducta del animal o su productividad.

(c) Conductor separado de puesta a tierra del equipo. En edificios agrícolas como se describe en la Sección 547-1, a) y b), todas las partes metálicas que normalmente no están expuestas a potencial alguno, como las canalizaciones y otras cubiertas metálicas, cuando se requiere la conexión a tierra, serán conectadas a tierra por un conductor de cobre para conexión a tierra del equipo, instalado entre el equipo y el medio de desconexión del edificio. Si se instala bajo tierra, el conductor de conexión a tierra será aislado o cubierto.

Nota: Una resistencia de conexión a tierra menor que la estipulada en el artículo 250, parte H, puede reducir las diferencias de potencial en las instalaciones para ganado.

(d) Bombas de agua y guarniciones metálicas para pozos. La carcasa del motor de cualquier bomba de agua debe estar conectada a tierra según se requiere por la Sección 430-142. En caso de bombas sumergibles con guarniciones metálicas, la guarnición metálica debe estar conectada a tierra a través del sistema de tierra de la bomba, o al sistema de tierra del tablero de alimentación.

ARTICULO 550.- VIVIENDAS MOVILES Y SUS ESTACIONAMIENTOS

A. Generalidades.

550-1. Alcance.

Las disposiciones de este artículo se refieren a las instalaciones eléctricas en viviendas móviles o sobre ellas, a los conductores que la conectan al suministro de energía, y a los equipos alambrados y anexos relacionados con la instalación eléctrica dentro de un parque de vivienda móvil hasta el servicio de entrada de los conductores, o hasta la acometida, si se trata

de una casa móvil sola

550-2. Definiciones.

Area de lavandería: Area que contiene, o está diseñada para contener, lavaderos, lavadoras y secadoras de ropa o ambas.

Artefacto estacionario: Un artefacto que no se pueda trasladar fácilmente de un lugar a otro, en uso normal.

Artefacto fijo: Un artefacto que está sujeto o asegurado por otros medios en un sitio determinado.

Artefacto portátil: Un artefacto que se mueve o que puede ser trasladado de un lugar a otro en uso normal.

Nota: Para los propósitos de este artículo, los siguientes artefactos se considerarán portátiles si se conectan por medio de cordón: refrigeradores, cocinas a gas, lavadoras de ropa, lavadoras de platos sin equipos de secado, u otros artefactos similares.

Conjunto de alimentación: Los conductores de alimentación aéreos o colocados por debajo del chasis, incluyendo el conductor de puesta a tierra, con los accesorios y equipos necesarios, o un cordón flexible de alimentación aprobado para uso en viviendas móviles, diseñados para suministrar energía desde la fuente de alimentación eléctrica al tablero de distribución colocado dentro de la vivienda móvil

Construcción o estructura accesoria para viviendas móviles: Cualquier toldo, cabaña, enramada, gabinete para depósito, techo para vehículo, cerca, abrigo contra el viento o vestíbulo, construido en una parcela destinada a viviendas móviles

Equipo de acometida para viviendas móviles: Equipo que contiene los medios de desconexión, dispositivos de protección contra sobrecorriente y los contactos u otros medios para conectar el conjunto alimentador de una vivienda móvil

Estacionamiento para viviendas móviles: Un terreno destinado a acomodar viviendas móviles que estén ocupadas

Parcela para viviendas móviles: Parte de un estacionamiento para viviendas móviles destinada a acomodar una vivienda y sus construcciones o estructuras y accesorios, para uso exclusivo de sus ocupantes

Sistema de alambrado eléctrico del estacionamiento: Todo el alambrado eléctrico, equipos de alumbrado, equipos y accesorios, relacionados con las instalaciones eléctricas dentro de un estacionamiento para viviendas móviles, incluyendo los equipos de acometida.

Tablero de distribución: Véase la definición de tablero en el artículo 10C

Vivienda móvil: Una o varias estructuras ensambladas en fábrica, transportables en una o varias secciones, construida sobre un chasis permanente y destinada como vivienda sin tener una cimentación permanente en el sitio donde se conectará para sus servicios de plomería, calefacción aire acondicionado y el sistema eléctrico autocontenido. Mientras que no se indique lo contrario, el término "vivienda móvil" incluye construcciones manufacturadas de manera similar diseñadas para usarse con cimentación permanente

Nota: La frase "con cimentación permanente" significa que la casa está conectada de manera permanente a la cimentación para las autoridades competentes, de tal manera que si la estructura es móvil no necesariamente se tiene que mover

550-3. Otros artículos.

Cuando los requisitos de otros artículos de esta Norma y el artículo 550 difieran, se deben aplicar los del artículo 550

550-4. Requisitos generales.

(a) Casas móviles no destinadas para vivienda Las casas móviles no destinadas para

vivienda como, por ejemplo, las equipadas con camas solamente, las oficinas de contratista, dormitorios en trabajos de construcción, camerinos de estudios móviles, bancos, clínicas, tiendas móviles o las destinadas a la exhibición o exposición de mercancías o maquinarias, no se requerirá que reúnan los requisitos de esta Sección pertinentes al número y capacidad de los circuitos requeridos. Sin embargo, deberán cumplir con todos los demás requisitos de esta Sección si están provistos de una instalación eléctrica destinada a ser energizada por un sistema de alimentación de corriente alterna de 127 V o 220/127 VCA. Cuando se requiera una tensión diferente por cualquier diseño del sistema de alimentación se debe efectuar un ajuste de acuerdo con los otros artículos y secciones para la tensión usada.

(b) Estacionamiento en sitios diferentes a los destinados para viviendas móviles. Las viviendas móviles instaladas en sitios distintos a los estacionamientos para viviendas móviles deben cumplir también con las disposiciones de este artículo.

(c) Conexión del sistema de alambrado. Las disposiciones de éste artículo se deben aplicar a las viviendas móviles destinadas a conectarse a un sistema de una tensión de 220/110 V, de tres hilos, corriente alterna con el neutro puesto a tierra.

(d) Certificado o etiquetado. Todos los materiales eléctricos, dispositivos, artefactos, accesorios y otros equipos deberán ser certificados por la autoridad competente y se deben instalar ya certificados.

B. Viviendas móviles.

550-5. Suministro de energía.

(a) Acometida. La alimentación con energía para la vivienda móvil será constituido por un conjunto alimentador de no más de 50 A nominales a través de un conductor alimentador con terminal moldeada, o un alimentador instalado permanentemente situado adyacente a la vivienda y no instalado dentro o encima de la misma.

Excepción No. 1. Una vivienda equipada en fábrica con equipo de calefacción central y quemadores para cocina a gas o petróleo podrá estar provista de un cordón de suministro de energía de 40 A de capacidad.

Excepción No. 2. Casas construidas de acuerdo con la sección 550-23(a).

(b) Cordón de suministro de energía. Si la vivienda móvil tiene un cordón de suministro de energía éste debe estar permanentemente fijado al tablero de distribución o a una caja de empalme permanentemente conectada al tablero de distribución, con el extremo libre del cordón flexible terminado con un receptáculo.

Los cordones con adaptadores o terminados flexibles, extensiones, o similares no deben instalarse de fábrica en una vivienda móvil, ni expedirse con ella.

El tablero se debe proveer con una conexión con monitor para prevenir que el cable flexible se maltrate con los bordes del tablero en su manipulación.

El cordón utilizado debe ser de un tipo aprobado de cuatro conductores, uno de los cuales estará identificado con color verde continuo o color verde continuo con una o más franjas amarillas, para ser usado como conductor de puesta a tierra.

(c) Contacto y clavija. El contacto será de 3 polos, 4 hilos, del tipo con conexión a tierra, para 110/220 V 50 A, de configuración indicada en la fig. 550-5 c). La clavija será moldeada de hule butileno, neopreno u otros materiales que sean adecuados para este uso, al cable flexible, de manera que se adhiera ajustadamente al cable en el punto donde este entre en el receptáculo. Si se utiliza una clavija de ángulo recto, la configuración debe ser orientada de tal manera que el polo de puesta a tierra sea el más alejado del cable flexible.

Dar doble click para ver imagen

Figura 550-5

(d) **Longitud máxima del cordón de suministro de energía.** La longitud máxima del cordón de suministro, medido desde su terminal, incluyendo los pinos, hasta el frente del receptáculo, no sea menor de 6.4 m y no excederá los 11.13 m. La longitud del cordón desde el frente del receptáculo hasta el punto donde el cordón entra a la vivienda móvil no será menor de 6 m.

(e) **Marcación.** El cordón de suministro de energía deberá tener la siguiente marca. "Para uso en viviendas móviles - 40 A" o "Para uso en viviendas móviles - 50 A".

(f) **Punto de entrada.** El punto de entrada de la acometida a la vivienda móvil estará en la pared exterior, en el piso o en el techo

Nota 1: Para la localización del tablero de distribución, ver la Sección 550-6 (a).

Nota 2: Para la localización de la acometida ver la Sección 550-23 (e).

(g) **Protección mecánica.** El cordón se debe proteger con tubo pasamuros cuando se requiere que cruce paredes o pisos. El cordón se puede instalar dentro de las paredes de la vivienda móvil por medio de una canalización continua de un tamaño comercial no mayor de 32 mm. La tubería será instalada desde el tablero principal hasta la parte inferior del piso de la vivienda móvil

(h) **Protección para tránsito.** Si los contactos, clavijas y cualquier parte de la instalación eléctrica queda al exterior cuando la vivienda móvil esta en tránsito se deberán proveer protecciones contra daños mecánicos y contra la corrosión de manera permanente (de fábrica)

(i) **Mástil para acometida aérea.** Si la carga calculada excede de 50 A, o cuando se use una acometida permanente, la alimentación debe hacerse por medio de

- 1) Una acometida aérea con mástil instalado de acuerdo con el Artículo 230. La alimentación se debe hacer con cuatro conductores continuos, aislados, con colores codificados, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra de los equipos, o
- 2) Una canalización metálica o tubo no metálico rígido que corre desde el medio de desconexión en la vivienda móvil hasta al parte inferior de la misma, con previsión para ser fijada a una caja de empalme adecuada o a un accesorio de la canalización en la parte inferior de la vivienda móvil (con o sin conductores, según se indica en la sección 550-5 (i) (1))

550-6. Medios de desconexión y equipos de protección de los circuitos derivados.

El equipo de protección de los circuitos derivados se puede combinar con el medio de desconexión en un conjunto único. Tal combinación puede ser considerada como un tablero de distribución. Si se usa un tablero de distribución con fusibles, el amperaje de los fusibles de mayor tamaño debe ser marcado claramente con letras de por lo menos 6 mm de altura, en un lugar visible, para el evento del cambio de los fusibles. Los fusibles enchufables y los portafusibles deben ser del tipo S, a prueba de manipulación indebida y deben estar dentro de un tablero de frente muerto. Los tableros de distribución con interruptores termomagnéticos deben ser también del tipo de frente muerto

Nota Véase la Sección 110-22, referente a la identificación de cada medio de desconexión y cada acometida, alimentador o circuito derivado en el punto donde empieza y el tipo de marcación requerida.

(a) **Medios de desconexión.** Cada vivienda móvil debe estar provista de un medio de desconexión individual ya sea con interruptor termomagnético o interruptor de seguridad con fusibles, instalados en un lugar accesible, cerca del punto de entrada de la acometida. El interruptor termomagnético principal o los fusibles deberán estar marcados con la palabra "principal"

Este equipo debe tener un conector de puesta a tierra sin soldadura o una barra para la puesta a tierra, con suficientes terminales para todos los conductores de puesta a tierra. El

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

conector o la barra del neutro debe ser aislada de acuerdo con la Sección 550-11 a)

El equipo de desconexión debe tener la capacidad adecuada para la carga conectada. El equipo de distribución ya sea del tipo interruptor termomagnético o interruptor de seguridad con fusibles, debe estar ubicado a una altura mínima de 60 cm, medida desde la parte inferior de tales equipos hasta el nivel del piso de la vivienda móvil.

Nota: Para la identificación de los medios de desconexión de circuitos derivados para servicios destinados a equipos de calefacción y aire acondicionado localizados fuera de la vivienda móvil, diferentes de los acondicionadores de aire de habitación, véase la Sección 550-15 b)

El tablero de distribución debe tener por lo menos la capacidad de 50 A y será equipado con un interruptor termomagnético bipolar de 40 A para un cordón de alimentación de 40 A, o respectivamente de 50 A para un cordón de alimentación de 50 A. Si el tablero de distribución esta equipado con interruptor de seguridad con fusibles, será para 60 A y tendrá un solo portafusibles de 2 polos de 60 A por cada derivación, con fusible de 40 A, o 50 A para cordones de suministro de 40 ó 50 A respectivamente. El exterior del tablero de distribución tendrá visiblemente marcada la capacidad del fusible

El tablero de distribución se debe colocar en un lugar accesible, en ningún caso se colocará en baños o roperos. Se debe prever un espacio libre de trabajo de por lo menos 75 cm de ancho y 75 cm en el frente del tablero. Este espacio debe extenderse desde el piso hasta la parte superior del tablero

(b) Protección de los circuitos derivados. En cada vivienda móvil se incluirá una protección contra sobrecorriente para cada circuito derivado, la cual debe ser con interruptores termomagnéticos o con fusible

La protección de sobrecorriente de los circuitos derivados tendrán una capacidad. 1) no mayor que la de los conductores alimentadores del circuito, 2) no mayor del 150 % de la carga de un solo consumidor con capacidad de 13.3 A o mas, que esté alimentado por un circuito derivado individual, 3) no mayor que la del elemento de sobrecorriente del tipo que esta marcada en aparatos de aire acondicionado u otro consumidor accionado por motor.

Se permite un contacto múltiple de 15 A cuando está conectado a un circuito de lavadora de 20 A

(c) Interruptores termomagnéticos bipolares Si se proveen protecciones con interruptores termomagnéticos para los circuitos derivados de 220 V, estos serán de tipo bipolar de una sola palanca, o dos unidades monopolares de una sola palanca (con las palancas fijadas en una sola)

(d) Placa de características eléctricas Se colocará una placa metálica de característica en la parte exterior, adyacente a la entrada de la acometida donde se indicará: "Esta alimentación es para el suministro de 110/220 V, monofasico, 3 hilos, 60 Hz. A". La capacidad de corriente se indicará en el espacio en blanco

550-7. Circuitos derivados

El numero de circuitos derivados se determinara de acuerdo, a lo siguiente desde a) hasta c):

(a) Alumbrado. Se toma como base la carga unitaria de 120 VA/m², valor que se multiplica por el area de la vivienda móvil (se consideran las dimensiones exteriores y se excluye el enganche) y se divide por 110 V para determinar el número de circuitos derivados de 15 A ó de 20 A

$$\frac{30 \times \text{long.} \times \text{ancho}}{110 \times 15. (\text{ó.} 20)} = N^{\circ} \text{ circuitos de } 15. \text{ ó. } 20. \text{ Amps}$$

Los circuitos de alumbrado pueden alimentar hornos de gas que contengan dispositivos eléctricos tales como lamparas, relojes temporizadores o unidades trituradoras de basura

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

conectados por cordón.

(b) Contactos de uso general. Los circuitos derivados para contactos de uso general se deben instalar de acuerdo con la Sección 210-52 b.

(c) Cargas específicas mayores. Para cargas específicas mayores (radiadores, calentador de agua, cocina y equipo de aire acondicionado central o de habitación, etc.) debe haber uno o más circuitos derivados de capacidad adecuada de acuerdo con lo siguiente:

- 1) La corriente nominal de las cargas fijas no será mayor del 50% de la capacidad del circuito derivado si hay salidas de alumbrado en el mismo circuito (los contactos que no sean para las áreas de cocina, comedor y lavadero, se consideran como salidas de alumbrado)
- 2) En un circuito derivado con cargas fijas y sin salidas para alumbrado, la suma de las corrientes de las cargas fijas no debe ser mayor que la capacidad del circuito. Las cargas de motores, u otras cargas de servicio continuo, no deben exceder el 80% de la capacidad del circuito derivado.
- 3) La capacidad de un equipo portátil con salida independiente no debe ser mayor del 80% de la capacidad nominal del circuito.
- 4) La capacidad del circuito derivado se debe basar en las demandas especificadas en la Sección 550-13 b)(5)

Nota 1: Para circuitos derivados de lavadoras, véase la Sección 220-4 c)

Nota 2: Para aire acondicionado central, véase el artículo 440

550-8. Salidas para contactos.

(a) Salidas para contactos del tipo con conexión a tierra. Todas las salidas para contactos: 1) serán del tipo con conexión a tierra. 2) deben instalarse de acuerdo con la Sección 210-7, y 3) todos los contactos se deben alimentar con circuitos derivados de 15 A ó 20 A, 110 V excepto las cargas específicas. Los contactos serán simples o dobles y deben aceptar clavijas con conexiones de planos paralelos

(b) Interruptores de circuitos de falla a tierra. Todas las salidas de contactos monofásicos para 110 V, 15 y 20 A colocados en exteriores y baños, incluyendo los contactos en las salidas para alumbrado, deben tener interruptor del circuito para la protección del personal contra falla a tierra. Tales protecciones se deben instalar en todas las salidas para contacto situadas dentro del límite de 1.8 m cerca de lavamanos o tinas

Excepción No se aplica este requerimiento a los contactos instalados dentro de equipos como lavadoras de platos, refrigeradores, congeladores y lavadoras

No se requiere instalar salidas para contactos en áreas ocupadas por excusados, regaderas, tinas, o combinaciones similares. Si se requiere instalar, se debe cumplir con los requerimientos de la Sección 550-8b).

Los alimentadores de los circuitos derivados se pueden proteger contra falla a tierra con los interruptores de falla a tierra, en vez de los interruptores aquí especificados

(c) Carga fija conectada con cordón. Se debe instalar un contacto de tipo con conexión a tierra para cada carga fija alimentada con cordón

(d) Requerimiento de salidas para contacto. Se debe prever salidas para contactos a cada 2 m medidos horizontalmente en todas las habitaciones que no sean baños, roperos ó áreas de entrada

Los espacios ocupados por repisas y mesas de trabajo, deben tener salidas para contacto a cada 2 m. Esta distancia debe cumplirse para contactos a los cuales se conectan cargas pequeñas. Estos contactos no deben incluirse en el calculo de espacios para los contactos de otros circuitos.

Excepción No. 1 Si puertas interiores, fregaderos, cocinas, hornos u otros equipos de

cocina estén colocados entre los contactos y la línea de piso o mesa de trabajo, se deben instalar contactos adicionales donde el espacio interrumpido sea al menos 60 cm desde la línea del piso o al menos 30 cm desde la mesa del trabajo.

Excepción No. 2. No se consideran los contactos cubiertos por las cargas fijas.

Excepción No. 3. La distancia horizontal en el piso ocupada por una puerta abierta totalmente, no se debe incluir en la determinación de la distancia horizontal entre el contacto y el piso o mesa de trabajo, si el giro de la puerta está limitado a 90°C.

Excepción No. 4. Donde se requieren salidas para contacto en mostradores tipo bar y paredes divisores de no más de 2.5 m de longitud, éstos se pueden instalar en un punto próximo al lugar donde el mostrador tipo bar o la pared divisoria se fije al muro

- 1) La pared divisoria no debe tener una longitud mayor de 2.5 m.
- 2) Ni una altura mayor de 1.2 m, y
- 3) Puede estar fija al muro solamente en un extremo.

(e) Salidas para contactos en exteriores: Se debe instalar al menos una salida para contacto en el exterior de la vivienda móvil

Los contactos instalados en algún compartimiento accesible desde el exterior de la vivienda móvil, se consideran como contactos exteriores

Las salidas para contactos en el exterior se deben proteger según lo especifica la Sección 550-8 b).

(f) Salidas para contactos no permitidas

1. Regaderas y tinas No se instalarán salidas para contactos en un radio de mínimo 75 cm de regaderas o tinas
2. Superficies horizontales vistas desde arriba

No se permite instalar salidas para contacto en superficies horizontales vistas desde arriba.

(g) Salidas para calefacción La salida para calefacción, si está instalada y ubicada sobre el lado inferior de la vivienda móvil a una distancia al menos de 90 cm desde el borde exterior, no se considera como salida de contacto exterior. Cuando se haya instalado una salida para calefacción ésta debe estar ubicada a una distancia no menor de 60 cm de la toma de agua fría.

550-9. Equipos y accesorios de alumbrado.

(a) La fijación de los equipos en tránsito. Los accesorios se deben colocar de manera segura cuando la vivienda móvil está en tránsito (véase la Sección 550-11 para los requerimientos de puesta a tierra).

(b) Accesibilidad. Cada accesorio deberá ser accesible para inspección, limpieza, reparación o reemplazo, sin que sea necesario quitar cualquier parte fija de la construcción

(c) Colgantes Los accesorios de tipo colgante ó cordones de tipo colgantes deben estar relacionados e identificados para la interconexión de los componentes de la carrocería

(d) Accesorios de regadera y tubos de baños Cuando un accesorio de alumbrado se instala sobre una regadera debe ser cubierta y con empaques para lugares húmedos o mojados

(e) Localización de interruptores El interruptor para un accesorio de alumbrado de una regadera y ventiladores, extractores localizados sobre una regadera deben ser localizados fuera del espacio de la regadera

550-10. Métodos de alambrado y materiales.

Con excepción de las limitaciones especificadas en esta Sección, en las viviendas móviles, se emplearán los métodos de alambrado y los materiales incluidos en estas Normas

(a) Cajas no metálicas Las cajas no metálicas solamente deben permitirse con tubería no metálica o cables con forro no metálico

(b) Protección del cable con forro no metálico El cable con forro no metálico instalado a

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

38 cm o menos por encima del piso, que está expuesto, se debe proteger contra daños mecánicos con cubierta de tablas, bandas de resguardo o canalizaciones. El cable susceptible de ser dañado en el almacenaje debe ser protegido de la misma manera en todos los casos.

(c) **Protección de cables.** Los cables pueden pasar por el centro de la parte más ancha de los montantes de 5 cm X 10 cm Sin embargo, se deben proteger cuando pasen a través de montajes de 5 cm X 5 cm o en otros montantes o marcos en los que el cable o blindaje, esté a menos de 3.8 cm de la superficie interior o exterior donde los materiales que cubren la pared están en contacto con los montantes. Para proteger el cable se requieren láminas de acero a cada lado del cable, o tubo de un espesor de pared no menor de 1.6 mm. Estas láminas o tubos se deben fijar firmemente en su sitio.

(d) **Placas metálicas al ras.** Cuando se usen placas metálicas al ras, se deben conectar a tierra de manera efectiva

(e) **Requisitos de instalación.** Si la cocina, secadora de ropa u otros equipos similares se conectan con cable con cubierta metálica o tubo metálico flexible, se debe dejar una longitud libre de cable o tubo, para permitir el movimiento del aparato. El cable o tubo flexible debe fijarse adecuadamente a la pared. Se debe dejar una distancia de 90 cm de cable o conductor libres, para permitir el movimiento del aparato. Los cables tipo SE o NM no se deben usar para conectar la cocina o la secadora

Esto no prohíbe el uso del cable tipo NM o SE entre el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado y la caja de conexiones, o el contacto de la cocina o la secadora.

(f) **Canalizaciones.** Todas las conexiones de tuberías pared gruesa a cajas o tableros se deben hacer con tuercas y contratueras. Todas las conexiones de tuberías pared delgada a cajas o tablero se deben hacer con conector a presión y tuerca. Todos los extremos del tubo deben escariarse o de otra forma darle un acabado quitando las orillas ásperas.

(g) **Interruptores.** Los interruptores termomagnéticos deben tener las capacidades siguientes:

1) Para los circuitos de alumbrado, los interruptores termomagnéticos deben tener una capacidad no menor de 10 amperes o potencia en CP o ambas, adecuadas para las cargas controladas. (Un interruptor termomagnético de uso general para corriente alterna puede controlar un motor de 2 CP o menos, con una corriente a plena carga no mayor del 80% de la capacidad nominal del interruptor)

(h) **Terminales de los conductores en cada caja** En cada caja de salida se dejarán 10 cm de conductor, excepto cuando los conductores sean de paso.

(i) **Alambrado bajo el chasis** (Expuesto a la intemperie)

1) Cuando el alambrado de líneas de tensión sea exterior o debajo del chasis y esté expuesto a la humedad o a daños físicos, se debe proteger por medio de un tubo pared gruesa o tubo pared delgada. Los conductores deben ser adecuados para lugares húmedos

Excepción Se permite cable con cubierta metálica o tubo no metálico rígido si está colocado y sujeto de estructuras y cajas de equipos

2) Los cables o conductores deben ser de los tipos NMC, TW o equivalente.

(j) **Cajas, accesorios y gabinetes.** Las cajas, accesorios y gabinetes se deben fijar firmemente y deben ser sujetados a una estructura de la vivienda, directamente o utilizando un refuerzo apropiado.

Excepción Cajas tipo de fijación por presión. Las cajas que están provistas con soportes especiales para fijarlas a la pared o al cielo raso, y los dispositivos de alambrado con cubiertas integrales que pueden fijarse firmemente a las paredes o al cielo raso, y que están marcados

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

para el uso, pueden permitirse sin soportarse de un miembro estructural o refuerzo. La prueba y la certificación debe incluir los sistemas de fabricación de paredes y cielos rasos para los cuales están destinados a ser usados las cajas y disposiciones respectivos.

(k) **Conexión de terminales.** Los equipos que tienen terminales para conexión de circuitos derivados que funcionan a temperaturas mayores de 60 °C, deben tener conductores que cumplan con lo indicado en los incisos 1) ó 2) siguientes:

- 1) Los conductores de circuitos derivados que tienen un aislamiento adecuado para la temperatura a que están sometidos, pueden entrar directamente al aparato consumidor.
- 2) Los conductores que tienen un aislamiento adecuado para la temperatura a que son sometidos, deben ser instalados desde la terminal del aparato consumidor hasta una caja de salida fácilmente accesible, colocada por lo menos a 30 cm del respectivo consumidor. Estos conductores deben estar en una canalización adecuada, la cual se debe extender al menos 1.2 m

(l) **Interconexión de accesorios** Los conectores y accesorios destinados a estar ocultos en el armado, deben estar certificados e identificados para la interconexión de los componentes de la casa. Estos accesorios y conectores deben corresponder al método de alambrado empleado en cuanto se refiere al aislamiento, aumento de temperatura, soporte de la corriente de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y golpes producidos en el tránsito de la vivienda

550-11. Puesta a tierra.

La puesta a tierra de las partes metálicas eléctricas y las no eléctricas de una vivienda móvil se debe hacer a través de la conexión a una barra de tierra en el tablero de distribución de la vivienda. La barra de tierra se debe aterrizar utilizando el conductor aislado de color verde del cable de acometida o alambrado de alimentación, a la tierra del suministro, en la acometida, localizada adyacente al lugar de la vivienda móvil. Ni la estructura de la casa móvil, ni la caja de cualquier artefacto, deben conectarse al conector neutro en la vivienda móvil.

(a) Neutro aislado.

- 1) El conductor del neutro debe estar aislado de los conductores de conexión a tierra y de las cubiertas de los equipos y otras partes conectadas a tierra. Se deben quitar todas las conexiones entre el neutro y la estructura metálica o gabinetes del tablero de distribución, así como en secadoras de ropa, unidades de cocina, hornos empotrados y cualquier otro aparato.

Estas conexiones pueden aparecer como tornillos, cintas, bandas o barras de conexión entre el neutro y la tierra

- 2) La conexión de cocinas y secadoras de ropa de tensión 110/220 V de 3 hilos se debe hacer con un cordón de 4 conductores y un contacto de tipo de puesta a tierra de 3 polos, 4 hilos, o por cables tipo C. M, o con conductores dentro de un tubo metálico flexible

(b) Medio de puesta a tierra del equipo

- 1) El conductor aislado color verde de puesta a tierra en el cable de acometida, o alambrado de alimentación debe ser conectado a la barra de puesta a tierra del tablero de distribución o de los medios de desconexión
- 2) En el sistema eléctrico todas las partes metálicas expuestas (cubiertas, estructuras, tapas ornamentales de alumbrado etc) deben estar efectivamente conectadas a la terminal de conexión a tierra, o a la caja del tablero de distribución
- 3) Los aparatos alimentados con cordón, tales como lavadoras, secadoras de ropa, refrigeradores y el sistema eléctrico de las cocinas de gas, etc, estarán conectados a tierra por medio de un cordón con conductor de tierra y con contacto del tipo con

conexión a tierra.

(c) **Conexión a tierra de estructuras metálicas que normalmente no están expuestas a tensión alguna.**

- 1) Todas las partes metálicas que normalmente no están expuestas a ninguna tensión, y que por accidente se pueden energizar deberán estar conectadas en forma efectiva a la terminal de conexión a tierra, o al gabinete del tablero de distribución. Se proveerá una conexión efectiva a tierra, entre cada tablero de distribución y una terminal accesible en el chasis.
- 2) La conexión a tierra debe ser del tipo sin soldaduras certificadas para tal fin, como conectores a presión adecuados para el calibre del cable utilizado. El conductor de conexión a tierra puede ser sólido o cableado, aislado o desnudo y será como mínimo del calibre No 8 de cobre o su equivalente. Debe instalarse de tal manera que no quede expuesto a daños mecánicos.
- 3) Se considera que los tubos metálicos de gas, agua, desagüe y los ductos metálicos de circulación de aire están aterrizados si están conectados a la terminal en el chasis (véase la Sección 550-11 c) 1) por abrazaderas, conectores sin soldadura o gasas adecuadas, del tipo para puesta a tierra.
- 4) Se considera que todo techo metálico o cubierta exterior está conectado si:
 - a) los paneles metálicos están traslapados y fijados firmemente a las partes estructurales metálicas y
 - b) si el panel inferior de la cubierta metálica exterior está asegurada por sujetadores metálicos en cada cruce del chasis por dos bandas metálicas por unidad de vivienda móvil o fracción colocados en lados opuestos.

La cinta que sirve de puente debe tener un ancho mínimo de 10 cm y el material debe ser equivalente al del techo o de un material de conductividad eléctrica igual o mejor. La cinta debe fijarse con un accesorio que penetre en la pintura, tal como tornillos o una arandela con puntas en forma de estrella o su equivalente.

550-12. Pruebas.

(a) **Pruebas de resistencia dieléctrica.** El alambrado de cada vivienda móvil debe ser sometido a una prueba de resistencia dieléctrica de 900 V durante un minuto (con todos los interruptores cerrados) que se aplica entre las partes vivas (incluyendo el neutro) y la tierra de la vivienda. Alternativamente, la prueba debe ser a 1 080 V durante un segundo. Esta prueba se hace después de que los circuitos derivados estén terminados y que los equipos de alumbrado y otros consumidores hayan sido instalados.

Excepción Para los equipos de alumbrado y sus accesorios que estén certificados no se requiere que sean sometidos a la prueba de resistencia dieléctrica.

(b) **Pruebas de continuidad, funcionamiento y comprobación de la polaridad.** A cada vivienda móvil se le deben hacer las siguientes pruebas:

- 1) Una prueba de continuidad eléctrica para asegurar la continuidad de todos los circuitos.
- 2) Una prueba de funcionamiento eléctrico, para demostrar que todos los equipos, excepto calentadores de agua y hornos eléctricos, están conectados y trabajan adecuadamente y
- 3) Una prueba de polaridad eléctrica de equipo alambrado permanentemente y contactos, para determinar que las conexiones fueron realizadas apropiadamente.

550-13. Cálculos.

Se emplea el método siguiente para calcular la carga del cable de acometida y del tablero de distribución de cada acometida, de cada vivienda móvil, el cual sustituye al procedimiento que

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

se señala en el artículo 220 y se basa en el suministro con el sistema de 220/110 V, 3 hilos, con cargas de 110 V balanceadas entre las líneas vivas del sistema de 3 hilos.

(a) Alumbrado y cargas pequeñas

VA para alumbrado: Se considera $30 \text{ VA/m}^2 \times \text{longitud} \times \text{ancho} = \text{VA de alumbrado}$.

VA-ampères para cargas pequeñas Se consideran 1,500 VA por cada circuito de contactos de 20 A:

Número de circuitos por 1,500 = VA de cargas pequeñas. Total : VA de alumbrado + VA de cargas pequeñas

Los primeros 3.000 VA se considerar al 100% y para el resto de la carga se considera un factor del 35% Los VA se dividen entre 220 V para obtener la corriente (A) X línea

(b) Carga total para determinar el suministro de energía: La carga total para determinar el suministro de energía es la suma de

- 1) La carga de alumbrado y de cargas pequeñas calculada según la sección 550-13 a).
- 2) Los ampères de placa de motores, calentadores y otras cargas (extractores, equipos de aire acondicionado, calefacción eléctrica, de gas o combustible).
Omitase la más pequeña de las cargas de calefacción o enfriamiento, excepto cuando el ventilador se usa como evaporador del aparato del aire acondicionado.
Cuando no está instalado un equipo de aire acondicionado y se ha previsto un cordón de suministro de energía de 40 A se debe dejar una reserva de 15 A para aire acondicionado por línea
- 3) 25% de la corriente del motor mayor
- 4) La corriente de placa de: el triturador de desperdicios, lavaplatos, calentador de agua, secadora de ropa, horno de pared y las unidades de cocina
Cuando el número de estos artefactos es mayor de tres, aplicar el factor de 75% sobre el total
- 5) Los ampères que resulten para cocinas normales (distintas de los hornos y unidades de cocina) al dividir por 220 V los valores indicados a continuación

Potencia de placa	Se usará
0. Hasta 10 000 W	80% de la potencia nominal
DE 10 001 A 12 500 W	8 000 VA
DE 12 501 A 13 500 W	8 400 VA
DE 13 501 A 14 500 W	8 800 VA
DE 14 501 A 15 500 W	9 200 VA
DE 15 501 A 16 500 W	9 600 VA
DE 16 501 A 17 500 W	10 000 VA

- 6) Si se prevén contactos o circuitos para cargas distintas de las que se instalen en fábrica, debe incluirse la carga estimada.

Véase el siguiente ejemplo de aplicación para estos cálculos

Ejemplo.

Una vivienda móvil tiene 21 m por 3 m y tiene dos circuitos para aparatos portátiles, un calentador de 1.000 VA a 220 V, un extractor de aire de 200 VA a 110 V, un lavaplatos de 400 VA, 110 V y una estufa eléctrica de 6 000 VA a 220 V

Carga para alumbrado y contactos de uso general

Alumbrado: $21 \times 3 \times 30 \text{ VA/m}^2$	1.890 VA
Contactos de uso general $1.500 \times 2 =$	3 000 VA
Lavandería: $1 500 \times 1 =$	1 500 VA
Subtotal	6 390 VA

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Los primeros 3,000 VA al 100%	3,000 VA	
Resto (6.390-3.000) X 0.35 = 1,187	1,187 VA	
Subtotal	4,187 VA	
	4,187 VA/220 V = 19.03 A por fase	
	Carga por fase (A)	
	A	B
Alumbrado y contactos	19.03	19.03
Calentador 1.000 VA /220 V =	4.54	4.54
Extractor de aire 200 VA/110 V =	1.82	
Lavaplatos 400 VA/110 V =		3.64
Estufa 7,000 VA X 0.8 / 220 V =	<u>21.82</u>	<u>21.82</u>
Carga total por fases	47.21	49.03

Considerando la corriente mas alta para fase, se especificará un cordón de alimentación de 50 A.

(c) Método opcional para cálculo de la carga para alumbrado y contactos de uso general

Para viviendas móviles se permite el método opcional indicado en la Tabla 220-30 de la Sección 220-30

550-14. Interconexión de secciones múltiples de unidades de viviendas móviles.

(a) Alambrado tipo fijo. Las diferentes secciones de una vivienda móvil se conectan electricamente, una vez que están instaladas sobre sus cimentaciones. Para tal efecto se deben utilizar los métodos de alambrado de tipo fijo certificados. Las respectivas conexiones deben ser accesibles para desarmarse cuando la vivienda esté preparada para su reubicación

(b) Medios de desconexión. Las viviendas móviles con secciones múltiples sin acometida permanente y que están destinadas a ser movidas de un lugar a otro, pueden tener medios de desconexión con equipo de protección del circuito derivado en cada unidad, ubicados de tal manera que cuando se reúnan o se fijen juntos, no puedan ser interconectadas, en el lado de carga o en el lado de línea, excepto que los medios de desconexión a tierra estén electricamente conectados

Nota: La subSección (b) anterior se refiere a viviendas móviles previamente construidas donde se permiten conjuntos de alimentadores múltiples

Estas Normas no permiten mas de una acometida para cada vivienda móvil

550-15. Salidas para contactos en exteriores, equipos de alumbrado, equipo de aire acondicionado, y otros.

(a) Certificado para uso en exterior Los equipos de alumbrado y otros equipos que se instalan en exteriores deben ser certificados para su uso en la intemperie. Los contactos y otras salidas instalados en el exterior deben ser del tipo con tapa y empaque, adecuados para uso en lugares mojados

(b) Equipos de calefacción y/o aire acondicionado. Los conductores del circuito derivado de una vivienda móvil diseñados para la alimentación de equipos de calefacción o aire acondicionado localizados a la intemperie diferentes a los acondicionadores de aire tipo ventana deberán terminar en una caja de salida certificada, o medio de desconexión localizados en el exterior de la vivienda móvil. Se debe fijar una etiqueta permanentemente adjunta a la caja de salida, que contenga la siguiente información:

"Esta conexión es para equipo de calefacción y/o aire acondicionado
 La capacidad del circuito derivado es de máximo A, para V, 60 Hz.
 La capacidad del conductor es de A."

El dispositivo de desconexión debe estar ubicado a la vista del equipo.

Se indicarán los valores nominales de la tensión y de la corriente. La etiqueta tendrá un espesor no menor de 0.5 mm y será de bronce, acero inoxidable o aluminio anodizado o recubierto. Las dimensiones mínimas de la etiqueta serán de 7.6 X 4.5 cm.

C. Alimentadores y acometida.

550-21. Sistemas de distribución.

El sistema eléctrico secundario de distribución para estacionamientos de viviendas móviles deben ser monofásicos, de tensión nominal de 110/220 V para el sistema Edison a 3 hilos. Para los fines de esta parte, cuando el servicio del estacionamiento sea mayor de 220 V, valor nominal, los transformadores y tableros de distribución secundaria se deben tratar como de servicio.

Nota 1: Véase la tabla 550-22 para el cálculo de la carga.

Nota 2: Véase la Sección 550-4 b) para viviendas móviles localizadas en sitios distintos de estacionamientos para viviendas móviles

550-22. Factores de demanda mínimos permisibles.

Los sistemas eléctricos de alambrado para estacionamientos de viviendas móviles son calculados (a 220/110 V) con base en: (1) 16.000 VA para cada lote de vivienda móvil, o (2) la carga calculada de acuerdo con la Sección 550-13 para la vivienda móvil típica más grande que cada lote acepte. Se puede calcular la carga de la acometida o de los alimentadores de acuerdo con la tabla 550-22. No se permite ningún factor de demanda para ninguna otra carga, con excepción de lo indicado en estas Normas.

Tabla 550-22 Factores de demanda para acometidas y alimentadores

Número de viviendas móviles	Factor de demanda en %
1	100
2	55
3	44
4	39
5	33
6	29
7-9	28
10-12	27
13-15	26
16-21	25
22-40	24
41-60	23
mas de 61	22

Los conductores de la acometida para una vivienda móvil se calculan de acuerdo con el artículo 310, *Nota 3* de las *Notas* de la tabla de capacidades permitidas para 0 a 2000 V

550-23. Acometida de vivienda móvil.

(a) **Ubicación.** La acometida de una vivienda móvil debe estar localizada junto a la respectiva vivienda, montada sobre una base fija frente a la vivienda servida, a una distancia no mayor de 10 m de su pared exterior

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Excepción No.1. La acometida se puede localizar en cualquier otro lugar si todas las siguientes condiciones se cumplen:

a El medio de desconexión adecuado para la acometida se localiza a la vista y a una distancia no mayor de 10 m de la pared exterior de la vivienda servida

b El medio de desconexión esta aterrizado de conformidad con la Sección 250-24.

Excepción No.2 La acometida se puede instalar en o sobre una construcción manufacturada si se cumplen todas las condiciones siguientes:

1) La acometida se instala completamente por el fabricante de la respectiva estructura.

2) La instalación de la acometida cumple con el artículo 230.

3) Se prevé un medio de conexión al electrodo de toma de tierra en el exterior de la respectiva construcción, para el servicio.

(b). **Capacidad nominal.** El equipo de acometida debe tener una capacidad nominal no menor de 100 A y estar previsto para la conexión de un conjunto de alimentación de viviendas móviles mediante un alambrado permanente. Las salidas de fuerza, usadas como equipo de acometida de viviendas móviles también es permitido que contenga salidas para contactos hasta de 50 A, con la protección adecuada contra sobrecorriente. Las salidas para contacto de 50 A deben cumplir con la configuración indicada en la figura 550-5 c).

(c) **Equipo eléctrico adicional exterior** El equipo de acometida de vivienda móvil puede también estar provisto de medios para la conexión de una construcción o estructura accesoria de una vivienda o equipo eléctrico adicional ubicado fuera de la vivienda mediante un alambrado fijo.

(d) **Contactos adicionales.** Se permiten contactos adicionales para la conexión de equipos eléctricos situados fuera de la vivienda móvil y todos deben ser de 110 V, monofásicos, de 15 y 20 A. Los respectivos contactos deben estar protegidos por un interruptor de circuito de falla a tierra certificado

(e) **Altura de montaje.** Los medios de desconexión exteriores para viviendas móviles se ubicarán a no menos de 60 cm sobre el nivel del piso terminado o plataforma de trabajo. Los medios de desconexión deben ser instalados de tal manera que el centro de la palanca, cuando está en su posición más alta, no este a más de 2 m sobre el nivel del piso terminado o plataforma de trabajo

(f) **Puesta a tierra** Cada acometida debe estar puesto a tierra según lo dispuesto por el artículo 250

(g) **Marcación.** Si se usa contactos junto a la acometida de una vivienda móvil, se debe marcar la siguiente leyenda

"Desconectarse al interruptor o el interruptor termomagnético antes de insertar o retirar la clavija. La clavija debe estar insertada o retirada completamente "

La marcación se localizara en lugar visible sobre la acometida, junto al contacto

550-24. Alimentadores.

(a) Los conductores alimentadores de las viviendas móviles consistirán de un cordón certificado, instalado de fabrica de acuerdo con la sección 550-5

(b) o un alimentador instalado permanentemente que contenga cuatro conductores continuos, aislados, codificados por colores, los cuales deben ser identificados por el marcado de fábrica o de campo de los conductores de acuerdo con la Sección 310-12.

El conductor para conexión a tierra de los equipos no se debe identificar con el rayado del aislamiento

Excepción No.1 El alimentador para una vivienda móvil localizado entre la acometida y los medios de desconexión cubierto por la Sección 550-24 a)

Excepción No.2. Se puede omitir el conductor de conexión a tierra, si el medio de desconexión esta aterrizado según la Sección 250-24 a).

(c) **Capacidad adecuada del alimentador.** El alimentador del estacionamiento para viviendas móviles debe tener la capacidad adecuada para las cargas alimentadas, y no será menor a 100 A, para 220/110-V.

ARTICULO 551 - VEHICULOS DE RECREO Y SUS ESTACIONAMIENTOS

A. Generalidades

551-1 Alcance.

Las disposiciones de este artículo incluyen los conductores y equipos eléctricos instalados dentro o sobre vehículos de recreo, los conductores que conectan vehículos de recreo a una fuente de suministro de electricidad y la instalación del equipo y los dispositivos relacionados con instalaciones eléctricas dentro de un estacionamiento de vehículos de recreo.

551-2 Definiciones. (Véase el artículo 100 para otras definiciones

(ne) En el Apéndice se puede consultar estas mismas definiciones por orden alfabético.

Equipo de aire acondicionado o de refrigeración. Todo el equipo destinado o instalado con el fin de procesar el tratamiento del aire para controlar simultáneamente su temperatura, humedad, limpieza y distribución, con el objeto de cumplir con los requisitos del espacio acondicionado.

Artefacto fijo. Un artefacto que está sujeto o asegurado por otros medios en un sitio específico.

Artefacto portátil. Un artefacto que se mueve o puede ser fácilmente trasladado de un lugar a otro en uso normal. Nota: Para los propósitos de esta Sección los siguientes artefactos se consideran portátiles si se conectan por medio de cordón: refrigeradores, cocinas a gas, lavadoras de ropa, lavadoras de platos sin equipos de secado, u otros artefactos similares.

Artefacto estacionario. Un artefacto que no se puede trasladar fácilmente de un lugar a otro en uso normal.

Remolque para acampar. Vehículos portátiles montados sobre ruedas y contruidos con paredes laterales hechas de paneles desmontables que pueden plegarse para ser remolcado por otro vehículo y desplegarse en el campamento, para proporcionar alojamiento al viajar o acampar. (Véase vehículos de recreo)

Rectificador. Dispositivo que cambia la energía eléctrica de una forma a otra, como de corriente alterna a corriente directa.

Frente muerto (Aplicado a interruptores, interruptores termomagnéticos, tableros de alumbrado y tableros de distribución) Diseñado, construido e instalado de manera que partes que no transportan corrientes están normalmente expuestas en el frente.

Medio de desconexión. Equipo necesario que generalmente consiste de un interruptor termomagnético o interruptor y fusibles y sus accesorios, colocado cerca de la acometida en un vehículo de recreo y destinado a ser, el medio de desconexión de la energía a este vehículo recreacional. Los contactos usados como medios de desconexión deben estar accesibles (según se aplica a los medios de alambrado) y ser capaces de interrumpir su corriente nominal sin peligro para el operador.

Tablero de distribución. Un tablero o grupo de tableros diseñados para montarse en un solo tablero, incluyendo barras, con interruptores o sin ellos, y/o con dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente, para controlar los circuitos de alumbrado, calefacción o fuerzas

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

de pequeñas capacidades individuales o conjuntas; diseñados para colocarse en un gabinete o en una caja con puerta colocada dentro ó una pared ó tabique y accesible solamente desde el frente.

Estructura. Riel de chasis y cualquier aditamento de metal soldado al mismo, con un espesor de 16 MSG (^{ne(1)}) (unidades de acuerdo al SI), o mayor.

Baja tensión. Fuerza electromotriz de 24 V nominal o menos, suministrada de un transformador, rectificador o batería.

Casa rodante. Unidad de vehículo, diseñada para proveer alojamiento temporal para recreación, acampar o viajar, montada o unida permanentemente a un chasis de vehículo con motor de propulsión propia o a un chasis de camión que es parte integral del vehículo completo. (Véase "Vehículo de recreo").

Conjunto fuente de alimentación. Los conductores, incluyendo los conductores de puesta a tierra, aislados entre sí, los conectores, enchufes y todos los demás accesorios o dispositivos instalados para transportar energía desde la fuente eléctrica hasta el tablero de distribución dentro del vehículo de recreo.

Vehículo de recreo. Tipo de vehículo destinado principalmente a proporcionar alojamiento temporal para recreo, acampar o viajar, que tienen su propia fuerza motriz, o está montado en otro vehículo o es arrastrado por él. Los tipos principales son: remolque para viajes, remolque para acampar, camión para acampar y casa rodante.

Estacionamiento para vehículos de recreo. Una porción de tierra en la cual dos ó más vehículos de recreo se sitúan, establecen o se les proporciona mantenimiento para el público en general como local para propósito de recreación o vacaciones. Sitio para vehículos de recreo. Es un terreno con estacionamiento para vehículos de recreo para el acomodo de vehículos de recreo, tiendas u otras unidades individuales para acampar en forma temporal.

Conductores del circuito alimentador para el sitio de vehículos de recreo. Los conductores desde la acometida del servicio del estacionamiento al equipo de suministro del sitio de vehículos recreacionales.

Equipo de suministro del sitio de vehículos de recreo. El equipo necesario, usualmente consiste de una salida de energía ó potencia, formado por un interruptor termomagnético ó interruptor con fusibles y sus accesorios, localizados cerca del punto de entrada de los conductores alimentadores al sitio del vehículo de recreo, con la finalidad de constituir el medio de desconexión para el suministro de dicho sitio.

Cajón para vehículos de recreo. Es el área de un sitio de vehículos de recreo destinada para la ubicación de un vehículo de recreo. Transformador. Dispositivo para aumentar o disminuir la tensión en corriente alterna de una fuente original.

Remolque para viajes. Un vehículo sobre ruedas diseñado y construido principalmente para proporcionar alojamiento temporal para recreo, acampar o viajar de tamaño y peso tales que no requiera permiso especial para circular en autopista, cuando es arrastrado por un vehículo de motor y que tenga un área para vivienda menor de 30 m² excluyendo los equipos instalados en fábrica (tales como guarderías, gabinetes, unidades de cocina, aparatos de alumbrado) y servicio sanitario y baños, (véase vehículos de recreo).

Camión para acampar. Unidad portátil construida para proporcionar alojamiento temporal para uso recreacional, viajar o acampar y que consiste de un techo, piso y paredes y diseñado para ser cargado y descargado desde el cajón de un camión de carga (Véase "Vehículos de recreo").

551-3. Otros artículos

Quando los requisitos de otros artículos de este código y el artículo 551 difieran, se deben aplicar los requisitos del artículo 551.

551-4. Requisitos Generales.

(a) **No incluidos** Un vehículo recreacional que no sea usado para los propósitos definidos en la Sección 551-2 no necesita cumplir con las disposiciones de la parte A, relacionadas con el número o la capacidad de los circuitos requeridos. Sin embargo, deben cumplir con todos los demás requisitos aplicables de este artículo, si el vehículo de recreo tiene una instalación eléctrica que deba ser alimentada por un sistema de corriente alterna y tensión nominal de 220/110 V.

(b) **Sistemas.** Este artículo cubre los sistemas de batería y corriente directa (12 V ó menos), combinación de sistemas eléctricos, instalación de generadores y sistemas nominales de 220/110 V (considerar también tensiones normalizadas).

551-10. Sistemas de baja tensión.

(a) **Circuitos de baja tensión.** Los circuitos de baja tensión suministrados e instalados por el fabricante del vehículo de recreo, que no sean los que estén relacionados con el sistema de frenos, deben someterse a las disposiciones de este código.

Los circuitos que alimentan lámparas sujetas a los reglamentos gubernamentales, deben cumplir con las regulaciones aplicables y con esta Norma.

(b) Alambrado de baja tensión.

1) Se deben usar conductores de cobre para circuitos de baja tensión.

Excepción. Se permite utilizar el chasis o estructura de metal como vía de retorno a la fuente de suministro. Las conexiones del chasis o estructura serán hechas: (1) en un lugar accesible, (2) por medio de conductores de cobre o terminales de cobre de aleación de cobre del tipo sin soldadura, identificados por el tamaño del conductor que se usa, y (3) mecánicamente seguros.

2) Los conductores deben cumplir con los requisitos para conductores de tipo HDT, SGT, SGR, SXL, o tener aislamiento de acuerdo con la tabla 310-13 o su equivalente. Los conductores de sección transversal de 13.3 mm² hasta 0.823 mm² (6 hasta 18 AWG) deben ser certificados.

3) Los conductores individuales para baja tensión deben ser del tipo trenzado.

4) Todos los conductores de baja tensión aislados deben estar marcados sobre su superficie a intervalos no mayores de 1.2 m como sigue:

a) Los conductores certificados deben ser marcados según sean requeridos por la Norma.

b) Los conductores tipo SAE deben marcarse con el nombre o monograma del fabricante, la designación, la especificación y el calibre del conductor.

c) Otros conductores deben marcarse con el nombre o monogramas del fabricante, rango de temperatura, calibre del conductor, material conductor y espesor del aislamiento.

(c) Métodos de alambrado para baja tensión

1) Los conductores deben protegerse contra daños materiales y estarán adecuadamente soportados. Cuando los conductores aislados se fijen con abrazaderas a la estructura, el aislamiento del conductor debe ser reforzado con una envoltura, o una capa material equivalente, excepto los cables con envoltura los cuales no necesitan ser protegidos de esta forma. Los alambres deben instalarse lejos de bordes agudos, partes móviles o fuentes de calor.

2) Los conductores deben ser unidos o empalmados por medio de dispositivos de empalme que den una conexión segura, o por abrasión o soldadura con un metal o una aleación fundible. Los empalmes primero deben ser unidos o empalmados de manera que están mecánicamente y eléctricamente seguros sin soldadura, y luego deben ser

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

soldados.

Todas las uniones, empalmes y terminales desnudos de los conductores deben ser cubiertos con un aislante equivalente al de los conductores.

3) Los circuitos de baterías y de corriente continua deben estar físicamente separados por una distancia de 12.5 mm como mínimo o por otros medios aprobados, de los circuitos alimentados por una fuente de energía distinta. Métodos aceptables deben hacerse mediante abrazaderas, selección de trayecto o medios equivalentes que proporcionen una separación total permanente. Cuando circuitos de diferentes fuentes de energía se crucen, la envoltura externa de los cables con cubierta no metálica deben colocarse con una adecuada separación entre ellos.

4) Las terminales de tierra deben ser accesibles para el mantenimiento. Las superficies sobre las cuales hacen contacto con terminales de tierra deben estar limpias y libres de óxido o pintura o estarán conectadas eléctricamente a través de rondanas de seguridad dentadas externa e internamente o terminales en anillos de cierre, recubiertos de cadmio, zinc o estaño

Las terminales de tierra que están conectadas mediante tornillos, remaches, pernos, tuercas y anillos deben ser de cadmio, galvanizados o estañados, excepto los pernos que puedan estar cubiertos de aluminio no anodizado, si están conectados a estructuras de aluminio.

5) Las terminales de puesta a tierra del chasis de la batería se deben conectar al chasis del vehículo con un conductor de cobre de sección transversal de 8.37 mm² (No. 8 AWG), o su equivalente. En caso de que el conductor de energía de la batería exceda una sección transversal de 8.37 mm² (No. 8 AWG), entonces el conductor de uniones debe ser del mismo tamaño

(d) **Instalación de baterías.** Las baterías sometidas a los requisitos de este código, deben fijarse al vehículo e instalarse en un área hermética al vapor interior y que esté ventilada directamente hacia el exterior del vehículo. Cuando las baterías se instalen en un compartimiento, éste debe ser ventilado por aberturas en la parte superior y en el fondo no menos de 11 cm². Cuando las puertas del compartimiento están equipadas para ventilación las aberturas deben estar dentro de una distancia de 254 mm en la parte superior y en el fondo.

Las baterías no se deben instalar en compartimientos que contengan equipos que produzcan chispas o llamas, excepto que se puedan instalar en el compartimiento del generador del motor, si la fuente de carga proviene solamente del generador del motor.

(e) Protección contra sobrecorriente

1) El alambrado de los circuitos de bajo tensión debe estar protegido con dispositivos contra sobrecorriente calibrados a no más de la capacidad de corriente de los conductores de cobre según se indica a continuación:

551-10(e) *(N.R. No existe razón aparente para esta referencia, en este lugar.)*

Calibre del conductor mm ² - AWG	Capacidad de corriente (A)	Tipo de conductor
0.82-18	6	solamente trenzado
1.30-16	8	solamente trenzado
2.08-14	15	trenzado o sólido
3.30-12	20	trenzado o sólido
5.26-10	30	trenzado o sólido

2) Los interruptores termomagnéticos y los fusibles deben ser de un tipo certificado,

incluyendo los del tipo automotriz.

Excepción. Se permite colocar un fusible a una distancia máxima de 45 cm. después que el alimentador de la fuente externa de baja tensión entre al vehículo o deja una canalización metálica.

3) Dispositivos que consumen bastante corriente, ó de corriente directa, tales como bombas, compresores, ventiladores, calentadores y aparatos similares impulsado por motor, deben instalarse de acuerdo con instrucciones del fabricante.

Los motores que son controlados por interruptores automáticos ó por interruptores de tipo manual deben protegerse de acuerdo con la sección 430-32 c)

4) El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe instalarse en un lugar accesible del vehículo, dentro de 50 cm del punto donde se conecta la alimentación a los circuitos del vehículo. Si se localiza fuera del vehículo de recreo, el dispositivo debe ser protegido contra intemperie y daño físico.

(f) **Interruptores.** Los interruptores deben tener una capacidad en corriente directa no menor que la carga conectada.

(g) **Aparatos de alumbrado.** Todos los aparatos de alumbrado interiores de baja tensión serán aprobados

(h) **Contactos para encendedores para cigarrillos.** Se aceptan contactos de 12 V que aceptan y energicen encendedores para cigarrillos que sean instalados en cajas no combustibles ó en el ensamblaje identificado por el fabricante del producto como protegido térmicamente.

C. Sistemas eléctricos combinados.

551-20. Sistemas eléctricos combinados.

(a) **Disposiciones generales.** El alambrado en vehículos, para conexión a una batería o a una fuente de alimentación de corriente directa, está permitido que se conecte a una fuente de 110 V, siempre que el sistema de alambrado completo y los equipos tengan conformidad con los requisitos de las partes A para sistemas eléctricos de 110 V.

Los circuitos alimentados en corriente alterna por un transformador no alimentarán artefactos de corriente continua

(b) **Rectificadores (corriente alterna de 110 V a corriente directa en baja tensión)**

El lado de corriente alterna de 110 V de rectificadores debe estar alambrado en total conformidad con los requisitos de la parte A, sistemas eléctricos de 110 V

Excepción. Los rectificadores alimentados como parte integral de un artefacto aprobado no están sujetos a lo indicado anteriormente

Todos los rectificadores, y transformadores deben ser de un tipo certificado para uso en vehículos de recreo, además deberán estar diseñados o equipados para proveer protección contra altas temperaturas, para determinar la capacidad de los rectificadores, será aplicada la siguiente fórmula a la carga total conectada, incluyendo la tasa promedio de carga de la batería a todos los equipos de 12 V

Los primeros 20 A de la carga al 100%, más los segundos 20 A de la carga al 50% más toda la carga abajo de 40 A al 25%

Excepción. Los artefactos de baja tensión que son controlados por un interruptor momentáneo (normalmente "abierto") que no tiene medios para mantenerse en la posición "cerrado" no se considera como una "carga conectada" para efectos de determinar la capacidad nominal de los rectificadores requeridos. Los artefactos energizados momentáneamente serán limitados a aquellos utilizados para preparar el vehículo para su ocupación o marcha

(c) **Conexión de la cubierta de rectificadores.** Las cubiertas metálicas de los rectificadores, que no transportan corriente, se conectarán a la estructura del vehículo mediante un conductor de cobre de calibre mínimo de 8.37 mm² (No. 8 AWG) ó su equivalente. El conductor de puesta a tierra para la batería y la cubierta metálica será permitido que sea el mismo conductor.

(d) **Aparato y artefactos de doble tensión.** Los aparatos que tengan simultáneamente conexiones para 110 V y para baja tensión deberán estar listados para doble tensión.

(e) **Autotransformadores.** Se prohíbe el uso de autotransformadores.

(f) **Contactos y clavijas.** Cuando un vehículo de recreo esté equipado con un sistema de corriente alterna de 110 V o un sistema de baja tensión o ambos, los contactos y clavijas del sistema de baja tensión deben diferir en su configuración de los sistemas de 220/110 V. Cuando un vehículo equipado con una batería ó un sistema de corriente directa tiene conexión externa para una fuente de baja tensión, los contactos tendrán una configuración tal que no acepte la fuente de 110 V.

D. Otras fuentes de energía.

551-30. Instalación del generador.

(a) **Montaje.** Los generadores serán montados de tal manera que estén efectivamente conectados al chasis de los vehículos de recreo.

(b) **Protección de generador.** Deben ser instalados equipos para asegurar que los conductores que transportan corrientes desde la máquina generadora y desde una fuente externa no estén conectados a un circuito del vehículo al mismo tiempo.

(c) **Instalación de acumuladores y generadores.** Los acumuladores y las unidades del generador accionadas por motor de combustión interna (sometidas a los requisitos de esta Norma), deben ser fijados en su lugar para evitar que sean desplazados por vibraciones o sacudidas en las carreteras.

(d) **Ventilación de los compartimentos para generadores.** Los compartimentos destinados a unidades generadoras con motor de combustión deben tener ventilación aprobada de acuerdo con las instrucciones suministradas por el fabricante de la unidad generadora.

(e) **Conductores de alimentación.** Los conductores de alimentación desde el generador de la máquina a la primera terminación en el vehículo deben ser del tipo trenzado e instalados en tubería metálica flexible. El punto de la primera terminación será en un (1) tablero, (2) una caja de empalme con una tapa ciega, ó (3) una caja de conexión con un contacto, (4) un interruptor de transferencia, (5) un conjunto de tomacorrientes unido al generador.

El tablero ó caja de conexión con un tomacorriente debe instalarse en el interior del vehículo y a 457 mm de la pared del compartimento pero no dentro de él. Una caja de conexión con tapa ciega debe montarse en la pared del compartimento y se puede montar dentro o fuera del mismo. Un conjunto de contactos certificado en unión con el generador se montara de acuerdo con este listado. La protección contra sobrecorriente de acuerdo con la Sección 240-3 debe ser provista para conductores de alimentación como parte integral de un generador certificado o será ubicado dentro de 457 mm de su punto de entrada dentro del vehículo.

(f) **Construcción del compartimento.** Los compartimentos del generador deben ser revestidos con hierro galvanizado de un espesor no menor de 26 MSG^{(ne)(2)} (Unidades de acuerdo con SIU). Las soldaduras o uniones serán cubiertas, aseguradas mecánicamente al interior del vehículo. Materiales alternativos y métodos de construcción están permitidos si garantizan equivalente calidad, firmeza, eficiencia, resistencia al fuego, durabilidad y seguridad. Los sistemas de extracción, expulsión y niveles de combustible no entran en el área de vivienda.

Los orificios para la tubería eléctrica, conductores o cables dentro del área de vivienda, deben ser sellados y herméticos al vapor.

551-31. Sistemas múltiples de abastecimiento.

(a) **Sistemas múltiples de abastecimiento.** En un sistema múltiple de abastecimiento, que consiste en una fuente de potencia alterna y un cordón de abastecimiento de fuerza es instalada, la alimentación desde la fuente de potencia alterna debe ser protegida por un dispositivo de sobrecorriente.

La instalación debe concordar con las secciones 551-30(a) y 551-40(b).

(b) **Cálculo de cargas.** El cálculo de cargas será de acuerdo con la Sección 551-42.

(c) **Capacidad de fuentes múltiples.** Las fuentes de suministro múltiples no se requiere que sean de la misma capacidad.

(d) **Fuentes de potencia alterna excediendo 30 A.** Si una fuente de potencia alterna excede de los 30 A, 110 V nominales, puede estar permitido para trabajar a un sistema de 110 V nominales o a un sistema de 220/110 V nominales, previendo protegerlo de la propia intensidad instalada en el enchufe.

(e) **Abastecimiento alterno al menos de 30 A.** El sistema externo de la fuerza de alimentación, debe permitir menos de lo calculado pero no menos de 30 A y debe tener una protección no mayor de la capacidad externa del sistema.

551-32. Otras fuentes.

Otras fuentes de energía de corriente alterna, tales como inversores y generadores de motor, deben ser consideradas para uso en vehículos de recreo y serán instaladas de acuerdo con las disposiciones del reglamento. Otras fuentes de energía de corriente alterna se deben instalar en total conformidad con los requisitos de las partes A, C, D, E, y F de este artículo, que cubre sistemas eléctricos de 110 V.

551-33. Restricción de fuente alterna.

El equipo de transferencia, si no está integrado con la fuente de energía, debe ser certificado para asegurar que los conductores, que transportan corriente desde otras fuentes de energía de corriente alterna y de una fuente externa, no estén conectados al circuito del vehículo al mismo tiempo.

E: Sistema nominal de 110 ó 220/110 V.

551-40. Sistemas nominales de 110 ó 220/110 V.

(a) **Requisitos generales.** Los equipos y materiales eléctricos de vehículos de recreo, previstos para ser conectados a un sistema de alambrado de tensión nominal de 110 V, 2 hilos con tierra, ó un sistema de tensión nominal de 220/110 V, 3 hilos con tierra, deben estar denominados e instalados de acuerdo con los requisitos de la parte A.

(b) **Materiales y equipo.** Los materiales eléctricos, dispositivos, artefactos accesorios y otros equipos instalados, para uso dentro o fijados a un vehículo de recreo, deben estar certificados para el uso. Todos los equipos deben usarse sólo de la manera para la cual han sido certificados y hallados aptos para el uso que se trate.

(c) **Protección del interruptor del circuito con falla a tierra.** El alambrado interno de un vehículo de recreación que tenga solo un circuito ramal de 15 ó 20 A como se permite en la Sección 551-10 (a) y (b) debe tener un interruptor del circuito con protección de falla a tierra para el personal. El interruptor del circuito con protección de falla a tierra se debe instalar en el punto donde el conjunto de suministro de energía termina dentro del vehículo de recreo. Cuando no se use un conjunto de cordón separado, se permite que el interruptor del circuito con protección de falla a tierra sea parte integral del enchufe del conjunto de suministro de energía. El interruptor del circuito con falla a tierra también debe proteger protección bajo las condiciones de un conductor del circuito de puesta a tierra ó conductores del circuito interconectado.

551-41. Salidas para tomacorrientes requeridas.

(a) **Distancias.** Las salidas para tomacorrientes se deben instalar en paredes de 60 cms. de ancho ó más, de manera que ningún punto a lo largo de la línea del piso esté a más de 1.80 m, medidos horizontalmente, de una salida en ese espacio.

Excepción No. 1. Areas de baños y pasillos.

Excepción No. 2. El espacio de paredes ocupado por gabinetes de cocina, armarios, muebles empotrados y partes que estén detrás de las puertas que se puedan abrir completamente contra la superficie de la pared o características similares

(b) **Ubicación.** Las salidas para contactos se deben instalar:

- 1) Adyacentes a las partes altas de mostradores de cocinas (por lo menos uno a cada lado del fregadero si la parte alta del mostrador se prolonga de ambos lados y tiene un ancho de 30 cm o más.
- 2) Adyacentes a espacios que aloja neveras y cocinas a gas, excepto cuando se instale en fábrica una nevera o una cocina a gas que no requiera conexión eléctrica externa.
- 3) Adyacentes a las parte superior de mostradores de 30 cm. de ancho o más que no estén al alcance desde un contacto especificado en la Sección 551-9 (b) (1) por medio de un cordón de 1.80 m, sin que se tenga que cruzar áreas de paso, artefactos de cocina o fregaderos.

(c) **Protección contra fallas a tierra** Las salidas para contactos monofasicos de 127 V y 15 ó 20 A deben tener protección contra fallas a tierra para las personas en los siguientes puntos.

- 1) Adyacentes a lavamanos de los baños (las salidas para contactos deben estar a 60 cm ó más del piso del compartimento).
- 2) Adyacentes a algún lavamanos

Excepción No. 2 Los contactos instalados para aparatos en espacios dedicados a lavaplatos, trituradores, refrigeradores, congeladoras y equipo de lavado

- 3) En el área ocupada por un tocador y/o ducha, o tocador colocando dentro de una bañera.
- 4) En el exterior del vehículo

Excepción No. 3 Contactos que están localizados en el interior de un tablero que está instalado en el exterior del vehículo para el suministro de un aparato instalado no requiere tener protección con interruptor de circuitos de falla a tierra.

La salida para contacto será permitida en un aparato de alumbrado certificado. En ningún caso una salida para tomacorriente debe instalarse en una bañera con ducha

Excepción No. 4 Cuando se brinde interruptor de circuitos con protección de falla a tierra de acuerdo con la Sección 551-E

(d) **Salida superior.** Un contacto no debe instalarse con una posición de salida hacia arriba en cualquier superficie horizontal que este dentro del area de estancia

551-42. Circuitos derivados requeridos.

Cada vehículo de recreo que contengan un sistema eléctrico de 127 V tendrá uno de los siguientes.

(a) **Un circuito de 15 A.** Un circuito de 15 A para alimentar luces, salidas de contactos y artefactos fijos. Tales vehículos de recreo deben estar equipados con un interruptor y fusible de 15 A o un disyuntor termomagnético de 15 A

(b) **Un circuito de 20 A.** Un circuito de 20 A para alimentar luces, salidas de contacto y artefactos fijos, tales vehículos de recreo deben estar equipados con un interruptor de 20 A ó un interruptor termomagnético de 20 A

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

(c) **Dos o más circuitos de 15 o 20 A.** Dos o más circuitos de 15 o 20 A que alimentan luces, salidas de contacto y aparatos fijos. Tales vehículos de recreo deben estar equipados con un conjunto de suministro de energía con capacidad de 30 A.

Nota: Ver la Sección 210-23 (a) para cargas permitidas ver la Sección 551-43 (c) para principales requisitos de protección contra sobrecorrientes y desconexión.

(d) **Conjunto de suministro de energía** Un conjunto de suministro de energía de 40 ó 50 A. que está calculado de acuerdo con el método siguiente.

1) **Alumbrado** Si se provee alumbrado eléctrico directa o indirectamente (por medio de un rectificador de tensión), por el sistema de 220/110 V el alumbrado se calculará en 30 VA por metro cuadrado usando las dimensiones del exterior (excluyendo enganche y cabina) como sigue:

Longitud (m) X ancho (m) X 30 = _____ VA de alumbrado.

2) **Artefactos pequeños** Número de circuitos multiplicados por 1,500 VA por cada circuito de contacto de 20 A para artefactos. Ejemplo.

Número de circuitos X 1,500 = _____ VA de artefactos pequeños

3) **Total.** Carga de alumbrado en VA más carga de artefactos pequeños en VA = _____ carga total en VA

4) Los primeros 3 000 VA al 100% más los demás al 35% de carga de aparatos en VA, a dividir por la tensión para obtener la corriente en (A) por conductor activo

Amperes por

conductor activo

A B

Corrientes para alumbrado y aparatos pequeños amperes por conductor activo [de (d) anterior] = _____

5) Agregar los (A) de las placas de características de cada motor y las cargas de calefacción (ventiladores de extracción, aparatos de aire acondicionado * Calefacción por electricidad) * Omitir el mas pequeño de los dos, pero incluir todo motor común a ambas funciones _____

6) Agregar el 25% de los (A) del motor mas grande _____

7) Agregar los (A) de las placas de características de **
Triturador de basura _____
Calentador de agua _____
Hornos empotrados _____
Estufas eléctricas _____
Total _____ = _____

cuando el numero de artefactos es 5 o más, dese el 75% del total

8) Agregar los (A) de la cocina eléctrica distinta a los hornos y cocinetas eléctricas individuales. Seguir la siguiente tabla dividiendo los VA entre 220 V.

551-42(8)(N.E.)(3)

Estufas	Capacidad nominal en: W	Us(E.N.)(4) (VA)
Estufas eléctricas	0 a 10,000	80% de la carga

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

distinta a los	de 10.000 a 12.500	8.000
hornos y cocinetas	de 12.500 a 13.500	8.400
eléctricas individuales.	de 13.500 a 14.500	8.800
	de 14.500 a 15.500	9.200
	de 15.500 a 16.500	9.600
	- de 16.500 a 17.500	10.000

551-43. Protección de circuitos derivados.

(a) **Capacidad nominal.** La capacidad de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados será: (1) no mayor que la capacidad de los conductores del circuito y (2) no mayor del 150% de la capacidad nominal de un aparato único de 13,3 A ó más, alimentado por un circuito derivado individual pero (3) no mayor del tamaño de la protección contra sobrecorriente marcada en un aparato de aire acondicionado u otros aparatos accionados por motor.

(b) **Protección de pequeños conductores.** Se considera que un interruptor termomagnético o un fusible de 20 A es adecuado para la protección de terminales de aparatos, cordones o pequeños aparatos y de conductores de derivación de calibre No. 14 de longitud no mayor de 1,80 m., para aparatos de alumbrado empotrados.

(c) **Contacto de 15 A considerado protegido por 20 A.** Si un circuito derivado alimenta más de una salida o carga, se considera que un contacto de 15 A estará protegido por un interruptor termomagnético ó un fusible de 20 A.

551-44. Conjunto de alimentación.

(a) **Conjunto de alimentación de 15 A.** Los vehículos de recreo con instalación eléctrica de acuerdo con la Sección 551-42 (a) deben tener un conjunto de alimentación certificado de 15 A o mayor.

(b) **Conjunto de alimentación de 20 A.** Los vehículos de recreo con instalación eléctrica de acuerdo con la Sección 551-42 (b) deben tener un conjunto de alimentación de 20 A o mayor.

(c) **Conjunto de alimentación de 30 A.** Los vehículos de recreo con instalación eléctrica de acuerdo con la Sección 551-42 (c) deben tener un conjunto de alimentación certificado de 30 A o mayor.

(d) **Conjunto de alimentación de 40 o 50 A.** De acuerdo con la Sección 551-42 (d) un vehículo de recreo con carga nominal mayor de 30 A, 127 V, debe tener un conjunto de alimentación certificado de 40 o 50 A con 220/127 V.

Excepción No. 1 Cuando la carga calculada de un vehículo de recreo es mayor de 30 A, 127 V, se puede instalar un segundo cordón de alimentación de dos cordones, éstos no deben estar interconectados ni en el lado de alimentación ni en el lado de la carga. Los circuitos de puesta a tierra y los medios de puesta a tierra deben estar eléctricamente interconectados.

Excepción No. 2 Para una doble alimentación que consiste de un generador y un cordón de alimentación, véase la Sección 551-31.

551-45. Tablero de distribución.

(a) **Certificado y de valor nominal apropiado.** Se debe usar un tablero de distribución de valor nominal apropiado u otro equipo especialmente certificado para el uso. La barra terminal del conductor de puesta a tierra será aislado como se indica en la Sección 551-54 (c); la barra de puesta a tierra debe estar unida a la estructura metálica del tablero.

(b) **Ubicación.** El tablero de distribución debe instalarse en un sitio fácilmente accesible. Los espacios de trabajo para el tablero no deberán ser menores de 60 cm de ancho y de 75 cm de profundidad.

Excepción Cuando la tapa del tablero este instalada en un pasillo, se permite reducir una de las dimensiones del espacio de trabajo a no menos de 55 cm. Se considera que un tablero esta

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

expuesto en un pasillo, cuando la tapa del tablero esté a no más de 5 cm de la superficie del pasillo.

La puerta de acceso al compartimento del generador debe estar equipada con un sistema de candado.

(c) **Tipo de frente muerto.** El tablero de distribución debe ser de tipo de frente muerto y de consistir en uno ó más interruptores termomagnéticos. Cuando hay más de dos circuitos derivados debe instalarse un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente que no exceda de la capacidad de corriente del conjunto alimentador.

551-46. Medios de conexión a la fuente de alimentación.

(a) **Fuente.** El o los conjuntos de alimentación serán suministrados ó instalados de fábrica y debe ser del tipo indicado a continuación.

- 1) **Retirable.** Cuando un conjunto de alimentación retirable esté formado por un cordón flexible con conector hembra y un conector moldeado el vehículo debe estar provisto de un contacto de tipo macho certificado, permanentemente montado a ras con la base que soporta el motor, directamente conectado al tablero de distribución por un método certificado. El contacto debe ser de un tipo certificado.
- 2) **Conectado permanentemente.** Cada conjunto de alimentación debe estar directamente conectado a los terminales del tablero de distribución ó a los conductores dentro de una caja de empalme aprobada y de manera que no se transmita a los terminales las tensiones mecánicas. La capacidad de corriente de los conductores entre cada caja de empalme y los terminales de cada tablero de distribución, debe ser por lo menos igual a la capacidad de corriente del cordón de alimentación. El lado de carga del conjunto debe estar equipado con una clavija del tipo descrito en la Sección 551-46 (c). Donde el cordón pase a través de paredes o pisos, debe estar protegido por medio de tubos y conectores o su equivalente.

(b) **Cordones.** La longitud utilizable y expuesta del cordón será medida desde el punto de entrada al vehículo de recreo ó desde el frente del contacto con superficie rebordeada (clavija con base para motor) al frente de la clavija en el extremo del suministro.

La longitud expuesta del cordón, medida al punto de entrada al exterior del vehículo, será mínimo de 7.0 m cuando el punto de entrada sea al lado del vehículo, o un mínimo de 8.5 m cuando la entrada del vehículo esté en la parte trasera, si la entrada al vehículo está a más de 0.9 m sobre el terreno, las longitudes del cordón indicadas deben ser aumentadas por la distancia vertical de las alturas de entrada del cordón a 0.9 m.

Nota: Véase la Sección 551-46 (e).

(c) Enchufes.

- 1) Los vehículos de recreo que tengan solo un circuito derivado de 15 A, como está permitido en la Sección 551-42 (a) tendrán un enchufe de 2 polos, 3 hilos, del tipo con puesta a tierra, de capacidad de 15 A, 110 V, que cumplan con la Fig. 551-46 (c).
- 2) Los vehículos de recreo que tengan sólo un circuito ramal de 20 A, como está permitido en la Sección 551-42 (b), tendrán una clavija de 2 polos, 3 hilos, del tipo con puesta a tierra, de capacidad 20 A, 110 V, que cumpla con la configuración indicada en la Fig. 551-46 (c).
- 3) Los vehículos de recreo alambrados de acuerdo con la Sección 551-42 (c) tendrán un enchufe de 2 polos, 3 hilos, del tipo con puesta a tierra de capacidad 30 A, 110 V, que cumpla con la configuración indicada en 46 (c) destinado para uso con unidades de capacidad nominal 30 A, 110 V.
- 4) Los vehículos de recreo con un conjunto de alimentación de capacidad nominal 40 o 50 A, como está permitido en la Sección 551-42 (d), tendrán un enchufe de 3

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

polos, 4 hilos, del tipo con puesta a tierra, de capacidad 50 A, 220/110 V, que cumpla con la configuración indicada en la fig. 551-46 (c).

(d) Identificación en la entrada del servicio eléctrico. Cada vehículo de recreo debe tener fijada en su superficie externa ó cerca del punto de entrada de los cables flexibles, una etiqueta de dimensiones mínimas de 7.5 cms X 4.5 cms hecha de bronce grabado al agua fuerte, estampado ó con letras en relieve, acero inoxidable ó aluminio anodizado ó de aluminio con recubrimiento de aluminio, de espesor no menor de 0.5 mm ó de otro material adecuado (como por ejemplo laminado de plástico de 0.13 mm) en la cual se lea, según el caso, lo siguientes.

"Esta conexión es para acometida de 110-125 V, corriente alterna, 60 Hz, de _____ A".

ó para 220/110 V, corriente alterna, 3 polos, 4 hilos, 60 Hz de _____ A.

(N.E. se estima que este renglón debería decir)

o "Esta conexión es para acometida de 220/110 V, corriente alterna, 3 polos, 4 hilos, 60 Hz, de _____ A"

Se deberá colocar la intensidad nominal en el espacio en blanco.

(e) Ubicación. El punto de entrada del conjunto de alimentación debe estar ubicado dentro de 4.5 m. con respecto a la parte trasera del vehículo, en el lado izquierdo ó en la parte trasera a la izquierda con respecto al centro del vehículo dentro de una distancia de 45 cm de la pared exterior

Excepción No. 1 Un vehículo de recreo equipado solamente con un sistema flexible de drenaje, ó un sistema de ventilación y drenaje, puede tener el punto de entrada del servicio eléctrico en cualquier lado siempre que el (los) tubo (s) de drenaje de la instalación sanitaria esté (n) del mismo lado

Excepción No. 2. A un vehículo de recreo se le permite que el punto de alimentación eléctrica esté a más de 4.5 m desde la parte trasera. Cuando esto ocurre la distancia excedente debe agregarse con la longitud mínima de cable como lo establece la sección 551-46 (b).

Dar doble click para ver Imagen

Figura 551-46 (c)

551-47. Método de alambrado.

(a) Sistemas de alambrado. Se permiten tubos metálicos rígidos del tipo pesado, tubos metálicos del tipo semipesado, tubería metálica del tipo ligero, tubos rígidos no metálicos, tubos metálicos flexibles, cables con recubrimiento de metal, cables tipo AC, MC y MI, cables con cubierta no metálica. Un medio de puesta a tierra de equipos se debe proveer de acuerdo con la Sección 250-91.

(b) Tubos. Cuando los tubos metálicos rígidos de tipo pesado y semipesado terminen en una caja ó con una conexión de tuerca y conector se deben proveer dos contra tuercas, una dentro y otra fuera de la caja todos los extremos de los tubos deben estar escariados ó terminados para quitar las orillas ásperas

(c) Cajas de salida no metálica. Las cajas de salida no metálicas son aceptables sólo con cable con cubierta no metálica ó tubos rígidos no metálicos

(d) Cajas de salida. En paredes y cielos rasos de madera o de otro material combustible, las cajas de salida y accesorios deben estar a ras con la superficie del acabado o sobresaliente

(e) Montaje. Las cajas en paredes y cielos rasos deben estar montados de acuerdo con el artículo 370

Excepción No. 1 Se pueden usar en paredes o cielos rasos, cajas de interruptores de resortes y cajas sujetas con abrazaderas que las fijen de manera segura

Excepción No. 2 Se considera como medio aprobado para el montaje de una caja de salida, una tabla de madera de un espesor mínimo de 12.7 mm con una distancia mínima de 38 mm entre el borde de la tabla y el de la caja de salida, pegada a la pared

(f) Cubierta armada. La cubierta de cables con cubiertas no metálicas, cables blindados y

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

cables tipo AC deben ser continuos entre salidas de cajas y otros accesorios.

(g) **Protecciones.** Cables blindados, tipo AC, con cubiertas no metálicas se permite pasar a través de pasos en montantes de 5 X 10 cm. Sin embargo, debe protegerse cuando pasen a través de placas de 5 X 5 cm o en armaduras donde el cable podría tener menos de (38 mm) desde el interior a la superficie exterior, placas de acero de cada lado del cable tubo acero con un espesor no menor del No. 16 MSG^{(ne(5))} (Unidades de acuerdo con SIU), se instalarán para proteger a los cables. Estas placas o tubos deben ser asegurados en el lugar. Donde los cables con cubierta no metálica pasen a través de punzonados, cortes, ranuras barrenadas agujeros en partes metálicas, el cable debe ser protegido por casquillos ó arandelas fijados en la abertura antes de instalar el cable.

(h) **Dobleces.** Los dobleces no deben tener radios menores a 5 veces el diámetro del cable.

(i) **Soporte de cables.** Donde los cables se conecten con conectores o abrazaderas, deben ser soportados a no más de (305 mm) de las cajas de salida del tablero de distribución, de la caja de derivación o accesorio

Los soportes se deben colocar a cada (1.37 m) como máximo

(j) **Cajas no metálicas sin grapas ó soportes.** Cables con cubiertas no metálicas deben soportarse a (203 mm) de la caja no metálica.

Excepción. Los dispositivos de alambrado con cubiertas integrales deben tener una coca extra para permitir reemplazamientos del dispositivo, la coca está considerada como parte integral del dispositivo

(k) **Daños físicos** Cuando estén sujetos a daños físicos, los cables de cubierta no metálica deben ser protegidos por cubiertas de madera, tiras protectoras, ductos u otros medios.

(l) **Placas frontales metálicas.** Estas placas deben ser de metales ferrosos de un espesor no menor de (0.762 mm) o de metales no ferrosos no menores de (1.02 mm). Las placas frontales no metálicas deben ser del tipo certificado

(m) **Placas frontales metálicas efectivamente aterrizadas.** Donde se utilicen placas frontales metálicas, estas deben ser efectivamente aterrizadas.

(n) **Humedad o daños físicos.** Donde el alambrado de 110 V o más esté al exterior o sobre el chasis y esté expuesto a humedad o daño físico el alambrado será protegido por conduit metálico rígido del tipo pesado, conduit metálico del tipo semipesado, por tubo metálico del tipo ligero, conduit no metálico rígido fijado contra estructuras o equipos cubiertos u otros ductos o cables que deben ser certificados para este uso.

(o) **Componentes de interconexión.** Accesorios y conectores que son utilizados al momento de ensamblado deben ser identificados y aceptados como componentes para interconexión en la construcción. Tales accesorios y conectores deberán ser iguales en aislamiento, elevación de temperatura, soporte de corrientes de falla y deben ser capaces de soportar la vibración y los golpes que ocurran en los vehículos de recreo

(p) **Métodos de conexión con unidades expandibles.**

- 1.- La parte de los circuitos derivados que es instalada en unidades expandibles se permite el ser conectada a la porción del circuito en el cuerpo principal del vehículo por medio de contactos, clavijas y cordones certificados para uso rudo. El cordón y sus conexiones serán conforme a las provisiones del artículo 400 y se permitirá en uso conforme la Sección 400-7

Excepción Cuando el contacto, clavija y el cordón están localizados dentro del interior del vehículo se deben usar cordones de tipo termoplástico elastómero tipo SPT, SP-3 o SPE

- 2.- Si el dispositivo empleado para la conexión del cordón al circuito principal está localizado en el exterior del vehículo, debe ser protegido con un interruptor de falla a tierra para seguridad del personal y estar certificado para locales húmedos. El cordón

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

localizado en el lado exterior del vehículo debe estar certificado para uso exterior.

- 3.- A menos que el cordón alimentador sea removible ó pueda guardarse dentro del interior del vehículo, se deben tener las previsiones necesarias para protegerlo contra daños mecánicos o corrosión mientras el vehículo esté en tránsito
- 4.- El alimentador debe ser instalado de tal forma que no tenga partes vivas expuestas en los contactos y clavijas

(q) Prealabrado para instalaciones de aire acondicionado. La preparación para futuras instalaciones de aire acondicionado se debe hacer conforme a lo siguiente y a otras partes aplicables de este artículo. Este circuito no debe servir para otros propósitos:

- 1.- El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe tener una capacidad compatible con los conductores del circuito y debe ser instalado en el tablero de distribución.
- 2.- Las terminales de carga del circuito deben terminar a una caja de conexión con una tapa ciega o un dispositivo certificado para este propósito. Cuando se use caja de conexiones con tapa ciega, las terminales libres de los conductores deben ser adecuadamente cubiertas y aisladas.
- 3.- Un letrero conforme a la Sección 551-46 (d) debe ser localizado en la cubierta de la caja de conexiones y con la redacción

**CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO.
ESTA CONEXIÓN ES PARA AIRE ACONDICIONADO A
110-125 VCA, 60 HZ, _____ AMPERES MAXIMOS.
NO EXCEDER LA CAPACIDAD DEL CIRCUITO.**

El rango en amperes, no debe excederse el 80% de la capacidad del circuito, y ser la marca legible en el espacio en blanco

(r) Prealabrado para instalaciones de generador. El prealabrado instalado para la instalación futura de un generador debe ser conforme a lo siguiente y a otras partes aplicables de este artículo

- 1.- Los conductores del circuito deben ser de un tamaño adecuado con relación a la carga y protegidos por un dispositivo de sobre corriente de acuerdo a sus capacidades.
- 2.- Cuando son utilizadas cajas de conexiones en el origen del circuito ó puntos terminales las puntas libres de los conductores se deben dejar aisladas y tapadas.
- 3.- Cuando dispositivos tales como salidas, interruptores de transferencia, etc., son instalados, la instalación debiera ser completa incluyendo las conexiones de los conductores del circuito. Todos los dispositivos deben ser certificados y de capacidad adecuada
- 4.- Un letrero conforme a la Sección 551-46 (d) debe ser localizado en la cubierta de cada caja de conexión conteniendo el circuito incompleto y especificar

**CIRCUITO GENERADOR. ESTA CONEXION ES PARA GENERADOR DE
110-125 V A.C. 60 HZ _____ A MAXIMOS.
CIRCUITO GENERADOR. ESTA CONEXION ES PARA GENERADOR DE
110/220 V A.C. 60 HZ _____ A MAXIMOS.**

La capacidad correcta en amperes debe aparecer en marca legible en el espacio en blanco.

551-48. Conductores y cajas.

(a) Número máximo de conductores. El número máximo de conductores permitido en cajas debe estar de acuerdo con la Sección 370-16

(b) Conductores libres en caja. Por lo menos (102 mm) de puntas libres del conductor deben dejarse en cada caja excepto donde los conductores tengan una coca sin derivaciones.

551-49. Conductores de tierra.

La identificación de los conductores de tierras debe estar de acuerdo con la Sección 200-6.

551-50. Conexiones de terminales y derivaciones.

Empalmes de conductores y conexiones de terminales deben estar de acuerdo con la Sección 110-14. Si los empalmes de los conductores de tierra de equipos con cables de cubierta no metálica son hechos con dispositivos contenidos en cajas los empalmes deben ser encintados.

551-51. Interruptores de seguridad.

Los interruptores de seguridad deben ser valorados como sigue:

(a) **Circuitos de alumbrado.** Para los circuitos de alumbrado, los interruptores de seguridad serán calibrados no menos de 10 A, 110-125 V y no menos que la carga conectada.

(b) **Motores u otras cargas.** Para motores u otras cargas, los interruptores de seguridad deben tener su capacidad en amperes ó caballos de potencia ó ambos, de valor adecuado para controlar, la carga. (Un interruptor de seguridad de C.A. de acción rápida se permite para controlar a motores de 2 caballos de potencia ó menos con una corriente de plena carga no mayor del 80% de la capacidad en amperes del interruptor de seguridad)

551-52. Contactos.

Todas las salidas de contactos deben ser 1) del tipo aterrizado, 2) instalados de acuerdo con las secciones 210-7 y 210-21.

551-53. Accesorios de alumbrado.

(a) **General.** Cualquier techo o muro con acabados combustibles expuestos entre las aristas de los accesorios ó en cajas de salidas deben ser cubiertas con materiales no combustibles con material certificado para el caso.

(b) **Accesorios baño.** Si accesorios de alumbrado se colocan sobre tinas o regaderas deben ser del tipo encerrado y tipo empacado y certificado para este tipo de instalación y estar protegidos por un interruptor de falla a tierra a 127 volts, nominales.

El interruptor de seguridad y los accesorios de alumbrado del baño y ventiladores extractores, localizados sobre la tina ó en la regadera deben ser localizados fuera de estos lugares.

(c) **Salidas exteriores, accesorios, equipos de aire acondicionado, etc.** los accesorios exteriores y otros equipos deben ser certificados para uso exterior.

551-54. Tierras (véase también Sección 551-56 en conexión de partes metálicas no portadoras de corriente.

(a) **Aterrizado del suministro de energía.** El conductor de tierra en el cordón ó alimentadores del suministro deben ser conectados a las barras de tierra u otros medios certificados en el tablero de distribución.

(b) **Tablero de distribución.** El tablero de distribución debe tener una barra de tierra con terminales suficientes para todos los conductores de tierra o contar con otros medios certificados.

(c) **Neutro aislado**

- 1.- El conductor aterrizado del circuito (neutro) debe ser aislado del equipo para conectar a tierra, de las cubiertas del equipo y otras partes aterrizadas. Las terminales del neutro aterrizado del circuito en el tablero de distribución, secadoras de ropa, estufas de cocina, hornos montados en los muros, deben ser aislados de las cubiertas de los equipos. Los tornillos soleras ó barras en el tablero de distribución ó aparatos deben ser removidos y desechados.

- 2.- La conexión a hornos eléctricos o secadores utilizando un conductor neutro aterrizado debe ser hecho con cordón de 4 conductores, para 3 polos, 4 hilos, clavijas y contactos del tipo aterrizado.

551-55. Equipo interior aterrizado.

(a) **Partes metálicas expuestas.** En un sistema eléctrico, todas las partes metálicas expuestas como cubiertas, armaduras, accesorios de alumbrado etc., deben estar conectados efectivamente a las terminales de tierra dentro de tableros de distribución

(b) **Conductores de tierra de equipos.** Los alambres desnudos y alambres con aislante color verde, ó verde con franjas amarillas deben ser empleados para conductores de tierra de los equipos.

(c) **Aterrizado de equipos eléctricos.** Cuando se especifica el aterrizado del equipo eléctrico, se permite:

- 1.- Conexión de tubos metálicos (tubo conduit metálico tipo pesado, semipesado o ligero) la cubierta de tipo MC y tipo MI donde la cubierta es empleada para aterrizar el armado del cable tipo AC para cubierta metálica
- 2.- Una conexión entre uno ó más equipos conductores de tierra y cajas metálicas por medio de tornillos de tierra, el cual debe ser usado sólo para este propósito o un dispositivo de tierra certificado
- 3.- El conductor a tierra de equipos con cables con cubierta no metálica se debe asegurar por medio de tornillo, que no sea de la cubierta atornillada o fijo a una (placa) por un medio aprobado para aterrizar en cajas de conexión no metálicas las cuales pueden ser atornilladas

(d) **Conexiones de tierras en cajas no metálicas.** La conexión entre uno o más conductores de tierra colocados dentro de cajas no metálicas debe ser arreglada en tal forma que la conexión pueda ser hecha con cualquier accesorio ó dispositivo en la caja que requiera tierra.

(e) **Continuidad de la tierra.** Cuando mas de un conductor de tierra de circuitos derivados entran a una caja, tales conductores tendran un buen contacto eléctrico con cada uno de los otros y el arreglo debe ser de tal manera que la desconexión o el remover un contacto, accesorios, aparato o cualquier otro dispositivo alimentado desde la caja no interfieran ó interrumpan la continuidad de la tierra

(f) **Aparatos conectados con cordón.** Aparatos tales como lavadoras, secadoras, refrigeradores, sistemas electricos de hornos de gas, etc., deben ser aterrizados por medio de cordones certificados con conductores de tierras y con clavijas del tipo aterrizado

551-56. Conexión de partes metálicas no portadoras de corriente.

(a) **Conexión requerida.** Todas las partes metálicas no portadoras de corriente expuestas que pueden llegar a ser energizadas deben ser conectadas efectivamente a las terminales de tierra o cubierta del tablero de distribución.

(b) **Conexión de bastidor.** El conductor de conexión debe conectarse entre cualquier tablero de distribución y una terminal accesible en el bastidor. Conductores de aluminio aleación cobre-Aluminio no deben ser usados para conectar si tales conductores o sus terminales están expuestas a elementos corrosivos

Excepción Cualquier vehículo de recreo que emplea bastidores metálicos unitarios en su construcción a el cual el tablero de distribución está sujeto permanentemente con pernos y tuercas o soldado o remachado debe ser considerado como conectado

(c) **Requerimiento de los conductores de conexión.** Las terminales de tierra deben ser del tipo no soldable y certificados como conectores de presión y adecuados al tamaño del cable

usado

Los conductores de conexión serán sólidos o cableados, aislados o desnudos y deben ser de cobre de 8.37 mm² (No. 8 AWG) como mínimo o igual.

(d) **Techo metálico y conexión exterior.** El techo metálico y las cubiertas exteriores deben ser considerados conectados-cuando:

- 1.- Cuando los paneles metálicos se entrelazan una o otra y están aseguradas a la estructura de madera o metal por cintas metálicas, y
- 2.- Los paneles de la cubierta exterior es conectado por sujetadores metálicos a cada miembro del bastidor o si el panel bajo es conectado al bastidor por grapas metálicas

(e) **Tubería de conexión de gas, agua y drenaje.** Las tuberías de gas, agua y drenaje deben ser consideradas aterrizadas si ellas están sujetas al bastidor.

Nota: Ver Sección 551-56 (b) para conexión de bastidor.

(f) **Conexión de horno y ductos metálicos de aire.** Horno y ductos metálicos de circulación de aire deben ser interconectados

551-57. Accesibilidad de accesorios y soportes.

Cada dispositivo debe ser accesible para inspección, servicio, reparación y reemplazo sin removerlo de la construcción permanente. Significa prever un soporte seguro a los accesorios en su lugar cuando el vehículo de recreo está en tránsito

F. Pruebas de fábrica.

551-60. Pruebas eléctricas de fábrica. Cada vehículo de recreo debe ser sujeto a las siguientes pruebas:

(a) **Circuitos de 110 V ó 220/110 V.** Cada vehículo de recreo diseñado con un sistema eléctrico de 110 V ó 220/110 V, debe soportar una prueba con tensión aplicada de 900 V, ó durante 1 minuto una prueba de rigidez dieléctrica de 1080 V durante un segundo, con todos los interruptores cerrados conductores aterrizados y no aterrizados y el vehículo de recreo aterrizado. Durante la prueba, todos los interruptores y demás controles deben estar en la posición de "conectado". Partes y accesorios permanentemente instalados no necesitan soportar esta prueba

Cada vehículo de recreo debe estar sujeto a:

- 1.- Prueba de continuidad para asegurarse que todas las partes metálicas están unidas
- 2.- Pruebas de operación para demostrar que todos los equipos están adecuadamente conectadas y están trabajando bien, y
- 3.- Revisar la polaridad para determinar si las conexiones han sido hechas apropiadamente

(b) **Circuito de baja tensión** Los conductores de circuito, de baja tensión de cada vehículo de recreo debe soportar un potencial aplicado sin interrupción eléctrica con tensión de 500 volts, durante 1 minuto o una prueba dielectrica de 600 volts durante 1 segundo. El potencial será aplicado entre conductores aterrizados y no aterrizados

Las pruebas deben ser hechas en los circuitos de alumbrado antes de que las luces sean instaladas previniendo que la cubierta exterior del vehículo y la cabina interior hayan sido fijadas

El circuito de frenado debe ser probado antes de ser conectados los frenos, procurando que el alambrado haya sido asegurado

G Estaciones para vehiculos de recreo.

551-71. Tipo de contactos considerados. Cada local para vehículo de recreo con

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

suministros eléctricos debe ser equipado al menos con un contacto de 20 A, 110 V. Un mínimo de 75% de lotes de vehículo de recreo equipados con suministro eléctrico debe contar con un contacto de 30 A, 125 V, conforme a la figura 551-46 (c). Este suministro permitirá la adición de otro contacto conforme a la Sección 551-81. El resto de todos los lotes de vehículos de recreo con suministro eléctrico deben ser equipados con uno ó más contactos cuya configuración esté de acuerdo a la Sección 551-81.

Todos los contactos de 20 A, 125 V deberán ser certificados y contar con un interruptor de fallas para protección del personal.

551-72. Sistemas de distribución.

El sistema de distribución eléctrica secundaria en un estacionamiento de vehículos de recreo para derivar a un vehículo se tomará de un sistema monofásico 3 hilos, 110/220 V.

Nota: En un servicio o alimentación monofásica de 3 hilos 110/220 V, el neutro no puede ser reducido en sección (abajo del área de los conductores de carga), si no hay cargas en 220 V, porque bajo las condiciones más severas de desbalanceo, el neutro lleva la misma corriente de los conductores que alimentan la carga

551-73. Carga Calculada.

(a) **Bases de calculo.** Servicios eléctricos y alimentadores deben ser calculados a una base de no menos 9600 VA por unidad equipada con suministro de 110/220 V, 50 A, 3600 VA por unidad equipada con suministro de 20 y 30 A y 2400 VA por unidad equipada con solamente suministros de 20 A. El factor de demanda se ajustará según la tabla 551-73 y es el mínimo permisible de factor de demanda que se utilizará en el cálculo de la carga por servicio y alimentación.

Cargas para otras facilidades tales como, pero no limitadas a edificios de servicio, edificios recreacionales, y albercas para nado, deben ser dimensionadas separadamente y agregadas a los valores calculados para los vehículos de recreo cuando se tenga una sola acometida.

Tabla 551-73

FACTOR DE DEMANDA PARA ALIMENTADORES A LOTES Y ACOMETIDAS PARA ESTACIONAMIENTOS

Número de vehículos	Factor de demanda (%)	Número de vehículos	Factor de demanda (%)
1.....	100	10-12	50
2.....	90	13-15	45
3.....	80	16-18	47
4.....	75	19-21	45
5.....	65	22-24	43
6.....	60	25-35	42
7-9	55	más de 36	41

(b) **Transformadores y tableros de distribución secundaria.** Para los propósitos de estas normas, cuando el servicio de estacionamiento exceda 220 V los transformadores y los tableros de distribución secundaria deben ser considerados como servicios.

(c) **Factor de demanda.** El factor de demanda para un número dado de lotes debe ser aplicado a todos los lotes indicados por ejemplo.

Veinte lotes calculados al 75% de 3600 VA resulta con una demanda de 1620 VA por lote con un total de 32400 VA por los veinte lotes

Nota: Estos factores de demanda pueden ser inadecuados en lugares con temperaturas

extremas de calor o frío y con circuitos para calefacción o aire acondicionado.

(d) **Capacidad del circuito alimentador.** Los conductores de circuitos alimentadores de lotes de vehículos de recreo deben tener una capacidad adecuada para las cargas suministradas y ésta no ser menor de 30 A. Los conductores aterrizados deben tener la misma capacidad de los conductores de fuerza

Nota: Debido a las distancias, las longitudes típicas del circuito de la mayoría de los estacionamientos de vehículos de recreo el tamaño de los conductores encontrados en las tablas del artículo 310 pueden ser inadecuadas para mantener la regulación de tensión sugerida en la Nota de la Sección 210-19. La caída total de tensión es la suma de las caídas de tensión de cada segmento del circuito, donde la carga es calculada usando la carga de ese segmento con los factores de demanda de la Sección 551-73 (a)

551-74. Protección de sobrecorriente.

La protección de sobrecorriente debe ser seleccionada de acuerdo al artículo 240

551-75. Tierras.

Todos los equipos eléctricos e instalaciones de estacionamiento de vehículos de recreo deben ser aterrizadas como lo prescribe el artículo 250.

551-76. Equipos para el suministro de energía.

(a) **Localización:** Para cada lote el equipo de suministros eléctricos para el vehículo de recreo debe ser localizado en el lado izquierdo del lote a 2.7m, 0.3 m desde el eje central del lote y estar en cualquier punto de esta línea paralela desde el fondo del lote hasta 4.57 m, adelante del fondo del lote

Excepción: Para dar facilidades. Se permite localizar el equipo de suministro eléctrico en cualquier punto a lo largo de una línea que dista 4.88 m del fondo del estacionamiento hasta 9.75 m adelante del fondo.

(b) **Medios de desconexión.** Un interruptor de seguridad o un interruptor deben ser previstos en el sitio de suministro para desconexión del suministro de energía del vehículo de recreo

(c) **Acceso.** Todos los equipo de suministro deben ser accesibles por una entrada ó pasaje no menor de 610 mm de ancho y 1.98 m de alto

(d) **Altura de montaje.** El equipo de suministro se debe localizar a no menos de 610 mm y no más de 1.98 m sobre el nivel del piso.

(e) **Espacio de trabajo.** Espacio suficiente debe ser previsto en todo el equipo eléctrico para permitir una operación rápida y segura, de acuerdo con la Sección 110-16

551-77. Aterrizado del equipo de suministro de vehículos de recreo.

(a) **Partes metálicas no portadoras de corriente expuestas** Estas partes metálicas expuestas de equipo fijo, cajas metálicas, gabinetes y accesorios que no están conectados eléctricamente a equipos conectados a tierra deben aterrizarse por conductores de tierra continuos y van con los conductores del circuito desde el equipo de servicio ó desde el transformador de un sistema de distribución secundario. Los conductores de tierra de equipo deben ser dimensionados de acuerdo con la Sección 250-95

El arreglo de la conexiones de tierra de equipo debe ser tal que la desconexión o remoción de un contacto u otro dispositivo no interfiera o interrumpa la continuidad a tierra.

(b) **Sistema de distribución secundario.** Cada sistema de distribución secundario debe ser aterrizado en el transformador

(c) **El conductor neutro no debe ser utilizado como equipo de tierra.** El conductor neutro no debe ser usado como equipo de tierra para vehículos de recreo ó equipo dentro del

estacionamiento de vehículos de recreo.

(d) **No conectar en el lado de carga.** No conectar a electrodos de tierra el conductor neutro en el lado de carga del servicio de desconexión del transformador del tablero de distribución.

551-78. Protección del equipo exterior.

(a) **Locales húmedos.** Todos los interruptores de seguridad, interruptores, contactos, equipos de control y dispositivos de medición localizados en lugares húmedos ó al exterior de edificios deben ser equipos a prueba de lluvia

(b) **Medidores.** Si son instalados medidores secundarios, las bases de los medidores deben ser cubiertos con una placa ciega adecuada.

551-79. Espacios para conductores aéreos.

Conductores aéreos de no más de 600 volts nominales y deben tener un espacio vertical no menor, de (914 mm) en todas las áreas sujetas al movimiento de vehículo de recreo

En todas las otras áreas los espacios deben ser conforme a la Sección 225-18 225-19.

551-80. Servicios subterráneos, alimentadores ó circuitos derivados y circuitos alimentadores a lotes de estacionamientos.

(a) **General.** Todos los conductores enterrados incluyendo los conductores de tierra si son de aluminio deben ser aislados e identificados para el uso

Todos los conductores deben ser continuos de equipo a equipo

Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer en cajas de unión certificadas con material certificado para el caso

(b) **Protección contra daños físicos.** Conductores enterrados directamente y cables entrando o saliendo a una trinchera deben estar protegidos por conduit metálico del tipo pesado, semipesado o ligero, con protección contra corrosión, conduit rígidos no metálicos u otros ductos o cubiertas certificadas. Donde estén sujetos a daños físicos, los conductores o cables deben estar protegidos por conduit metálico rígido semipesado o conduit no metálico rígido cédula 80. Esta protección se debe extender a por lo menos (457 mm) dentro de las trincheras.

Nota: Ver Sección 300-5 y artículo 339 para conductores o cable tipo UF, usado en instalaciones subterráneas o directamente enterrado

551-81. Contactos.

Un contacto para suministro de energía eléctrica para vehículos de recreo deberá ser de las configuraciones mostradas en la figura 551-46 (c) y de las siguientes capacidades

(a) 50 A, 220/110 V, 50 A, 2 polos, 3 hilos, tipo aterrizado para sistemas de 110/220 V.

(b) 30 A, 125V 30 A, 2 polos, 3 hilos, tipo aterrizado para sistemas de 110 V

(c) 20 A, 125 V, 20 A, 2 polos, 3 hilos, tipo aterrizado para sistemas de 110 V

ARTICULO 553 CONSTRUCCIONES FLOTANTES

A. General

553-1. Generales.

Esta Sección cubre el alambrado acometida, alimentadores y puesta a tierra de construcciones flotantes

553-2. Definición.

Construcción flotante. Una construcción como se define en el artículo 100 que flota en el agua, está amarrada permanentemente en un lugar dado, y tiene una instalación en el predio

alimentada mediante conexión a un sistema de suministro eléctrico permanente no ubicado en el predio

553-3. Aplicabilidad de otras secciones.

El alambrado de construcciones flotantes debe cumplir con las condiciones aplicables de otros artículos de esta Norma: excepto las modificadas por esta Sección.

B. Acometidas y alimentadores

553-4. Localización del equipo de acometida.

El equipo de acometida para una construcción flotante debe ubicarse adyacentes a la construcción, pero no dentro o sobre ella

553-5. Conductores de acometida.

Se permite que un juego de conductores de acometida alimente a más de un equipo de acometida

553-6. Alimentadores.

Cada construcción flotante debe estar alimentada por un juego individual de conductores desde su equipo de acometida.

Excepción Cuando la construcción flotante tenga varios usuarios, se permite a cada usuario tener un alimentador individual desde el equipo de acometida del usuario hasta el tablero del mismo

553-7. Instalación de acometidas y alimentadores.

(a) **Flexibilidad.** La flexibilidad del sistema de alambrado entre la construcción flotante y los conductores de alimentación debe mantenerse. Todo el alambrado debe instalarse de manera que el movimiento del agua en su superficie o nivel, no resulte en condiciones inseguras

(b) **Métodos de alambrado.** El conduit metálico flexible a prueba de líquidos o conduit no metálico flexible a prueba de líquidos con accesorios certificados está permitido para alimentadores y donde se requieren conexiones flexibles para acometidas. Los cables de energía de uso extra rudo listados para lugares húmedos y resistentes a la luz del sol están permitidos para el alimentador a una construcción flotante donde se requiera la flexibilidad

Nota: Ver secciones 555-1 y 555-6

C. Puesta a tierra

553-8. Requisitos generales. La puesta a tierra de partes eléctricas y no eléctricas en construcciones flotantes debe ser mediante conexión a una barra de tierra en el tablero de la construcción. La barra de tierra debe ponerse a tierra mediante un conductor aislado de color verde que corra junto con los conductores de alimentación y conectado a una terminal de tierra en el equipo de acometida. La terminal de tierra en el equipo de acometida debe ponerse a tierra mediante un conductor aislado de puesta a tierra color verde conectado a un electrodo de tierra en la playa

553-9. Neutro aislado. El conductor aterrizado (neutro) debe ser un conductor aislado de color blanco. El conductor neutro debe conectarse a la terminal de tierra en el equipo de acometida, y excepto por esta conexión, debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de los equipos, gabinetes y todas las otras partes puestas a tierra. Las terminales del circuito neutro en el tablero, secadoras de ropa, unidades de cocina contra montadas, y otras similares deben aislarse de los gabinetes

553-10. Puesta a tierra de equipos.

(a) **Sistemas eléctricos.** Todas las envolventes y partes metálicas expuestas de los sistemas eléctricos deben unirse a la barra de tierra.

(b) **Aparatos conectados por cordón.** Cuando requieran de conexión a tierra los aparatos conectados por cordón, deben ser puestos a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra en el cordón y una clavija del tipo con conexión a tierra.

553-11. Puentes de union de partes metalicas no conductoras de corriente.

Todas las partes metálicas, en contacto con agua, toda la tubería metálica, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente que puedan energizarse, deben unirse a la barra de tierra en el tablero.

ARTICULO 555 MARINAS Y MUELLES

555-1. Alcance.

Esta Sección cubre la instalación alambrado y equipo en áreas comprendidas en muelles fijos o flotantes, marinas, embarcaderos, y otros establecimientos similares que se usen, o estén destinados a la reparación, amarre, botado, almacenaje, o abastecimiento de combustible de pequeñas embarcaciones y amarre de construcciones flotantes

555-2. Aplicabilidad de otros artículos.

El equipo y alambrado para marinas y muelles deben cumplir con esta Sección y todas las condiciones aplicables de otras Secciones de esta Norma

Nota: Ver *Notas* de las secciones 210-19(a) y 215-2(b) para caída de tensión en circuitos derivados y alimentadores, respectivamente

555-3. Contactos.

Cuando se suministre energía desde la playa, las instalaciones para botes de 6 m o menos de largo deben estar equipadas con contactos del tipo con seguro y conexión a tierra de no menos de 20 A

Cuando se suministre energía desde la playa a instalaciones para botes de más de 6 m de largo, los receptáculos de energía de la playa deben ser del tipo con seguro y de 30 A o más.

Contactos monofasicos de 15 y 20 A, 125 V diferentes a aquéllos que surten energía desde la playa a los botes en los muelles, embarcaderos, y lugares similares, deben protegerse con interruptores de falla a tierra

555-4. Circuitos derivados.

Cada contacto individual que suministre corriente desde la playa debe alimentarse desde una toma de energía o tablero mediante un circuito derivado individual o multifilar de la tensión y capacidad correspondientes a las del receptáculo

Nota: Los contactos funcionando a tensiones diferentes de sus nominales, pueden causar sobrecalentamiento o mal funcionamiento del equipo conectado.

555-5. Alimentadores y acometidas.

La carga para cada conductor activo del alimentador y acometida alimentando contactos que suministran energía desde la playa para botes, debe calcularse como sigue

De 1-4 contactos	100%	de la suma de la capacidad de los contactos
De 5-8	90%	"
De 9-14	80%	"
De 15-30	70%	"
De 31-40	60%	"

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

De 41-50	50%	"
De 51-70	40%	"
De 71-100	30%	"
Más de 101	20%	"

Nota: Estos factores de demanda son inadecuados para áreas de calor o frío extremo, donde los circuitos llevan cargas de aire acondicionado, calefacción o refrigeración

555-6. Métodos de alambrado.

El tipo de alambrado debe ser del tipo para uso en lugares húmedos. El cable portátil de energía de uso extra rudo certificado para lugares húmedos y resistente a la luz solar, está permitido para un alimentador donde se requiere flexibilidad.

El alambrado abierto o descubierto sólo se permite con permiso especial

Nota: Para dar permiso especial, los factores principales incluyen posible contacto de los cables descubiertos con mástiles, grúas, o estructuras similares.

555-7. Puesta a tierra.

(a) **Equipos puestos a tierra.** Los siguientes casos deben conectarse a un conductor de puesta a tierra que corra junto con los conductores del circuito en una canalización o cable:

- (1) Cajas, gabinetes, y toda otra cubierta metálica.
- (2) Estructuras metálicas de equipos
- (3) Terminales de tierra de receptáculos del tipo con conexión a tierra.

(b) **Tipo del conductor de puesta a tierra.** El conductor de puesta a tierra debe ser un conductor aislado de cobre con un acabado exterior continuo color verde o verde con una o más rayas amarillas

Excepción: El conductor de puesta a tierra de equipo del cable tipo MI puede identificarse en los extremos

(c) **Tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos.** El conductor aislado de cobre de puesta a tierra de equipos debe dimensionarse acorde a la sección 250-95, pero no menor a 3.31 mm² (12 AWG).

(d) **Conductor de puesta a tierra de equipos en circuitos derivados.** El conductor aislado de puesta a tierra de equipos para circuitos derivados deben terminar en una terminal de tierra en un tablero remoto, o terminal de tierra en el equipo de la acometida principal.

(e) **Conductor de puesta a tierra de equipos en alimentadores.** Donde un alimentador da servicio a un tablero remoto, un conductor aislado de puesta a tierra debe extenderse desde la terminal de tierra del equipo de acometida, a la terminal de tierra en el tablero remoto

555-8. Alambrado sobre y bajo aguas navegables.

El alambrado sobre o bajo aguas navegables está sujeto a aprobación por parte de la autoridad competente

555-9. Gasolineras- Lugares clasificados como peligrosos

El equipo eléctrico y alambrado localizado en las gasolineras deben cumplir con el artículo 514

555-10. Ubicación del equipo de acometida.

El equipo de acometida para muelles flotantes o marinas debe ubicarse adyacente a, pero no en o sobre, la estructura flotante

CAPITULO 6. EQUIPOS ESPECIALES



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
BAJO LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM - 001 - SEMP - 1994
(PARTE 2)**

TEMA:

CAPITULO "VI"

ANUNCIOS LUMINOSOS

**EXPOSITOR : ING. CARLOS GÓNZÁLEZ CARPIO MURÚA
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 1999**

ARTICULO 600 - ANUNCIOS LUMINOSOS Y ALUMBRADO DE REALCE

A. Disposiciones generales

600-1. Aplicación.

Las disposiciones de esta sección se aplican a la instalación de conductores y equipos para anuncios luminosos y alumbrado de realce como se definen en el Artículo 100.

600-2. Medios de desconexión.

Cada instalación de alumbrado de realce y cada anuncio luminoso que no sea de tipo portátil debe controlarse por un interruptor o un desconectador accionado externamente, el cual abra todos los conductores activos. Adicionalmente, se permite la utilización de dispositivos de desconexión automáticos, para que los anuncios no estén energizados durante los períodos necesarios y tener mejor aprovechamiento de la energía.

- (a) **A la vista desde el anuncio.** El medio de desconexión debe estar a la vista del anuncio luminoso o alumbrado de realce que controla.

Excepción No. 1 Un medio de desconexión puede no utilizarse para un anuncio de salida direccional conectada a un circuito como lo señala el Artículo 700.

Excepción No. 2. Los anuncios luminosos operados por controles electrónicos o electromecánicos colocados fuera del anuncio, deben tener medios de desconexión que sean visibles desde el lugar donde está ubicado el control. Los medios de desconexión desconectarán el anuncio y el control de todos los conductores activos de alimentación y deben estar diseñados para que ningún polo pueda ser accionado independientemente. Los medios de desconexión y el control pueden ubicarse dentro de la misma cubierta. Los medios de desconexión deben bloquearse en la posición de abierto.

- (b) **Capacidad del interruptor de control.** Los medios de desconexión, interruptores de acción intermitente y dispositivos similares que controlen transformadores, deben tener capacidad para cargas inductivas de control, o una capacidad nominal en amperes de cuando menos el doble de la capacidad en amperes del transformador.

Nota: Ver la Sección 380-14 para la capacidad y uso de los interruptores operados por resorte instantáneo.

600-3. Gabinetes utilizados como cajas de paso.

El método de alumbrado utilizado para alimentar anuncios o alumbrado de realce, debe terminar dentro del gabinete del transformador o anuncio luminoso.

Excepción. Las cajas de transformadores y anuncios podrán usarse como cajas de conexión o de paso para conductores que alimenten otros anuncios, alumbrados de realce o proyectores adyacentes que formen parte del anuncio, siempre que los conductores que se prolonguen más allá del equipo estén protegidos por un dispositivo de sobrecorriente de capacidad nominal de 20 A. o menor.

600-4. Instrucciones.

Todos los anuncios luminosos de cualquier tipo, fijos o portátiles, deben proveerse de instrucciones y deben ser instalados de acuerdo con ellas, a menos que se permita omitirlas mediante permiso especial de la autoridad competente.

600-5. Puesta a tierra.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Los anuncios luminosos, canaletas, cajas terminales de tubos y otras estructuras metálicas deben ponerse a tierra como se especifica en el Artículo 250.

Excepción Partes metálicas separadas. Las partes metálicas separadas que no transportan corriente, de un alumbrado de realce, pueden ponerse a tierra por conductores de sección transversal nominal de 2.08 mm², (No 14 AWG) y deben protegerse de daño físico y ponerse a tierra de acuerdo con el Artículo 250

600-6. Circuitos derivados

(a) **Capacidad** Los circuitos que alimentan lámparas, balastos y transformadores o combinaciones de éstos, deben tener una capacidad no mayor de 20 A. Los circuitos que alimentan exclusivamente transformadores para lámparas de descarga eléctrica no deben tener una capacidad mayor de 30 A

(b) **Circuitos derivados** Cada edificio comercial y cada local de comercio que esté a nivel de la calle, accesible a los peatones, debe contar, en lugar accesible en la parte exterior del local, de una salida, por lo menos, para anuncio o alumbrado de realce. Esta salida debe alimentarse por un circuito derivado exclusivo de 20 A

Excepción Los corredores y pasillos interiores no deben considerarse como parte exterior de los locales

(c) **Carga mínima calculada** Debe estimarse una carga mínima de 1 200 VA, en el cálculo del circuito derivado que alimenta a anuncios luminosos o alumbrados de realce.

600-7. Marcado

(a) **Anuncios** Todos los anuncios luminosos deben marcarse con el nombre del fabricante y en los anuncios luminosos de lámparas incandescentes se debe indicar el número de portalámparas que les correspondan, en el caso de anuncios luminosos a base de lámparas de descarga (tubos) se indicaran los amperes de entrada a plena carga y su tensión nominal de entrada. La identificación del anuncio debe ser visible después para su inspección, aun después de su instalación

(b) **Transformadores.** Los transformadores para su fácil identificación y posible aclaración posterior deben contener el nombre del fabricante y en los transformadores para anuncios de lámparas de descarga eléctrica se deben indicar los datos de entrada en amperes o volts-amperes, la tensión nominal de entrada y la de salida en circuito abierto.

600-8. Cubiertas

(a) **Conductores y terminales.** Los conductores y terminales en cajas de anuncios, gabinetes y canaletas de alumbrado de contorno deben estar encerrados con metal u otro material no combustible

Excepción Los conductores en las terminales de alimentación no requieren cubierta

(b) **Interruptores y dispositivos similares.** Los interruptores, dispositivos intermitentes y dispositivos similares deben estar dentro de cajas metálicas, cuyas puertas estén dispuestas de tal manera que puedan abrirse sin tener que retirar obstáculos o partes acabadas de la cubierta

(c) **Resistencia mecánica.** Las cubiertas deben ser sólidas, rígidas y de alta resistencia mecánica

(d) **Materiales.** Los anuncios luminosos y alumbrado de realce deben construirse de metal u otro material no combustible. Se puede emplear la madera como decoración exterior si se coloca a no menos de 5 cm del portalámparas más próximo o de las partes que transporten corriente

Excepción Los anuncios luminosos portátiles de tipo interior no requieren cumplir con este requisito

(e) **Cubiertas de metal.** Las cubiertas de cobre deben ser como mínimo de 0.71 mm de espesor y las de acero de espesor de 0.39 mm (No. 28 USG) ^{(ver(6))}.

Excepción. Para el alumbrado de realce y anuncios a base de lámparas de descarga, las cubiertas de acero deben ser de un espesor mínimo de 0.68 mm. (No 24 USG), a menos que estén onduladas o corrugadas en toda la superficie, en cuyo caso pueden ser hasta de 0.46 mm de espesor (No. 26 USG)

(f) **Protección contra la corrosión.** Todas las partes de acero de las cubiertas deben ser galvanizadas o protegidas de otra forma contra la corrosión

(g) **Cubiertas expuestas a la intemperie** Las cubiertas para uso exterior deben ser a prueba de intemperie y tener por lo menos dos drenajes para desalojar el agua, cada uno de diámetro no mayor de 13 mm., ni menor de 6 mm

600-9. Anuncios portátiles

Los anuncios portátiles o sus secciones, letras, aparatos, símbolos y elementos similares que se utilicen con anuncios luminosos fijos, se usarán solamente cuando cumplan con las disposiciones aplicables de esta NOM y además deberán cumplir con los requisitos siguientes.

(a) **Contacto y clavija a prueba de intemperie.** Un contacto y clavija a prueba de intemperie debe contar con un polo de tierra, para cada letra individual, aparato o anuncio

(b) **Cordones.** Todos los cordones deben ser del tipo de uso rudo como se designa en la tabla 400-4 y deben ser de tres conductores con uno para puesta a tierra como se prevé en la Sección 600-9(a)

(c) **Altura del cordón** Ningún cordón estará a una altura menor de 3 m desde el nivel del suelo en distancia vertical

600-10. Separaciones

(a) **Verticales y horizontales** Las cubiertas de sistema de anuncios y alumbrados de realce deben tener separaciones horizontales y verticales con los conductores de instalaciones visibles sobre aisladores no menores que las especificadas en el Artículo 225

(b) **Altura.** La parte baja de las cubiertas de los anuncios y alumbrados de realce debe estar a una altura no menor de 5 m por encima de áreas accesibles al tráfico de vehículos

Excepción La parte baja de estas cubiertas pueden estar a menos de 5 m por encima de áreas accesibles a vehículos si está protegida contra daños materiales.

600-11. Anuncios luminosos portátiles exteriores.

El alumbrado de un anuncio luminoso portátil o móvil exterior, debe ser fácilmente accesible y debe tener de fábrica un circuito interruptor contra faltas a tierra integrado para protección del personal. Dicho circuito interruptor debe localizarse en el cordón de la fuente de alimentación a una distancia no mayor de 305 mm del contacto alimentador. Los soportes conductores de corriente especificados en esta sección deben considerarse como parte integral del anuncio

B. Anuncios luminosos y alumbrado de realce. 1 000 V o menos

600-21 Instalación de conductores

(a) **Método de alambrado.** Los conductores deben instalarse en tubo conduit metálico rígido, semirígido, tubo rígido no metálico, tubo metálico flexible, tubo metálico flexible hermético a los líquidos, tubo no metálico flexible hermético a los líquidos, cable con cubierta metálica, cable tipo AC, ductos metálicos, cables con cubierta metálica o aislamiento mineral, y postes metálicos que cumplan con los requisitos de la Sección 410-15 b)

- (b) **Aislamiento y sección transversal nominal.** Los conductores serán de un tipo certificado para uso general y no serán menores de la sección transversal nominal de 2.082 mm², (No. 14 AWG)

Excepción No 1. Los conductores pueden ser de un sección transversal nominal no menor de 0.823 mm², (No. 18 AWG) del tipo especificado en la tabla 402-3, para los casos indicados a continuación

- a Anuncios luminosos portátiles
- b Las terminales cortas permanentemente unidas a portalámparas o balastos para lámparas de descarga
- c Las terminales alambradas en canales, que estén permanentemente unidos a portalámparas de lámparas de descarga o balastos de descarga eléctrica y que no tengan una longitud mayor de 2.40 m.
- d En los anuncios luminosos con varias lámparas incandescentes múltiples que necesitan un conductor para un control a una o más lámparas y cuya carga total no sea mayor de 250 W, si forman parte de un cable certificado de dos o más conductores

Excepción No 2. Los conductores de sección transversal nominal no menor a 0.519 mm² (No. 20 AWG) se permite usarlos como terminales cortas permanentemente unidas a motores sincros

- (c) **Expuestos a la intemperie** Los conductores en canalizaciones, cables blindados o cubiertas expuestas a la intemperie deben ser del tipo con cubierta de plomo u otro tipo especial certificado para estas condiciones

Excepción. Esto no se aplica cuando los tubos conduit metálicos rígidos, pared gruesa o delgada, tubo conduit rígido no metálico o las cubiertas, son herméticos a la lluvia e instalados de forma que drenen

- (d) **Número de conductores en canalizaciones** El número de conductores en una canalización para anuncios luminosos debe estar de acuerdo con la tabla 1 del Capítulo 10

- (e) **Conductores soldados a terminales** Deben soldarse a las terminales o la conexión debe hacerse con conectores de alambre donde los conductores estén fijados a portalámparas que no sean del tipo de espiga, las partes descubiertas de conductores y terminales deben tratarse contra la corrosión. Cuando los conductores estén fijos a portalámparas del tipo de espiga y las terminales estén protegidas de la entrada de agua y han sido encontrados aceptables para usarse en anuncios luminosos, los conductores deben ser del tipo trenzado, pero no requieren soldarse a las terminales.

600-22. Portalámparas.

Los portalámparas deben ser del tipo sin interruptor, con cuerpo de material aislante adecuado y construidos e instalados para que no puedan girar. Los contactos del tipo roscado de todos los portalámparas de los anuncios luminosos en circuitos puestos a tierra deberán conectarse al conductor puesta a tierra del circuito

600-23 Conductores en anuncios y canaletas.

Los conductores dentro de anuncios y canaletas de alumbrado de realce, deben instalarse sujetos mecánicamente

600-24. Protección de terminales.

Se deben utilizar conectores para proteger los conductores alimentadores que traspasen cubiertas

C. Anuncios luminosos y alumbrado de realce. mas de 1 000

V

600-31. Instalación de conductores

(a) **Métodos de alambrado.** Los conductores deben instalarse como conductores ocultos sobre aisladores, en tubo conduit rígido metálico, pared gruesa y delgada, tubo rígido no metálico, tubo metálico flexible, tubo metálico flexible a prueba de líquidos, en tubería metálica eléctrica, o cable tipo MC

Nota: Ver sección 600-5 para requerimientos de tierra.

Excepción. Se permite usar tubo flexible hermético a los líquidos, donde se requiere flexibilidad y cuando esté expuesto a condiciones corrosivas.

(b) **Aislante y sección transversal nominal.** Los conductores deben ser para un tensión no menor que la tensión del circuito y no seran de una sección transversal nominal menor de 2.081 mm² (No 14 AWG)

Excepción. Se permite el uso de conductores de sección transversal nominal no menor que el 0.8231 mm² (No 18 AWG) en las siguientes condiciones:

- a. Como terminales de longitud no mayor de 2 40 m permanentemente fijas a portalámparas o a balastos para lámparas de descarga eléctrica si dichas terminales están encerradas en un canal de alambrado.
- b. En anuncios luminosos en vidrieras de exhibición o anuncios luminosos pequeños portátiles como terminales de una longitud no mayor de 2 40 m desde las terminales del tubo a los devanados del secundario del transformador, si están permanentemente fijos dentro de la caja del transformador

(c) **Curvas en conductores.** Se deben evitar curvas pronunciadas en los conductores

(d) **Conductores ocultos sobre aisladores en interiores.** Los conductores ocultos sobre aisladores deben estar separados entre sí y de todos los demás objetos, excepto de los aisladores donde están montados por una distancia no menor de 3.8 cm para tensiones mayores de 10 000 V y no menor de 2 5 cm para tensiones de 10 000 V o menos. Deben ser instalados en canaletas revestidas con material no combustible y no deben utilizarse para otro propósito, excepto para los conductores primarios del circuito, los que se permiten en el mismo canal. Los aisladores deben ser de material no combustible y no absorbente

Los conductores ocultos sobre aisladores no se permiten en el exterior de la cubierta del anuncio

(e) **Conductores en tuberías.** Cuando los conductores tengan una cubierta de plomo u otra cubierta metálica la cubierta debe prolongarse más allá del extremo final de la tubería y la superficie del cable no debe dañarse donde termina su cubierta, de acuerdo con lo siguiente:

- 1) En lugares húmedos o mojados el aislamiento de todos los conductores debe prolongarse más allá de la cubierta metálica o canalización a no más de 10 cm para tensiones mayores de 10 000 V 7 5 cm para tensiones mayores de 5 000 V pero menores de 10 000 V y 5 cm para tensiones de 5 000 V o menos
- 2) En lugares secos, el aislante se debe prolongar más allá de la cubierta metálica o canalización no menos de 6 4 cm para tensiones mayores de 10 000 V, 5 cm para tensiones mayores de 5 000 V pero no mayores de 10 000 V y 3 8 cm para tensiones de 5 000 V o menos
- 3) Para los conductores conectados a las terminales de puesta a tierra del punto medio no se necesita separación
- 4) Una tubería metálica que contenga un solo conductor, de una terminal secundaria de un transformador, no debe exceder una longitud mayor de 6 m

(f) **Aparadores y lugares similares.** Los conductores que cuelgan libremente en el aire, lejos de material combustible y que no están sujetos a daño físico como en algunos aparadores de exhibición, deben aislarse únicamente para la tensión de diseño del conductor, sin necesitar de alguna otra protección.

(g) **Entre el tubo de descarga y el punto medio puesto a tierra.** Los conductores pueden ser instalados desde el extremo del tubo, hasta los bornes del punto medio puesto a tierra de los transformadores diseñados específicamente para este fin y provistos de terminales en el punto medio. Cuando tales conexiones son hechas al punto medio puesto a tierra del transformador, las conexiones entre las terminales de alta tensión del transformador y los extremos de la línea de la tubería deben ser lo más corta posible.

600-32. Transformadores

(a) **Tensión.** La tensión en el circuito abierto del secundario del transformador no debe ser mayor de 15 000 V, con una tolerancia para pruebas de 1 000 V adicionales. En los transformadores con un extremo a tierra, la tensión en circuito abierto del secundario no debe ser mayor de 7 500 V, con una tolerancia para pruebas de 500 V adicionales.

(b) **Tipo y capacidad.** Los transformadores deben ser adecuados para uso con tubo de descarga eléctrica y tener una capacidad máxima de 4 500 VA.

Los transformadores del tipo de núcleo y devanados abiertos, deben limitarse a una tensión en el secundario no mayor de 5 000 V, con una tolerancia de 500 V para pruebas, y utilizarse sólo en anuncios pequeños portátiles dentro de inmuebles.

Los transformadores para instalaciones de alumbrado de realce deben tener una capacidad de corriente en el secundario no mayor de 60 miliAmperes.

Excepción Donde los transformadores y todo el alambrado conectado a ellos estén instalados de acuerdo con las disposiciones del Artículo 410 para alumbrado con lámparas de descarga de la misma tensión.

(c) **Expuestos a la intemperie.** Los transformadores para uso en exteriores deben ser del tipo a prueba de intemperie o protegerse ubicándolos dentro del cuerpo de anuncio luminoso o en una caja metálica separada.

(d) **Conexión del secundario del transformador.** Los devanados de alta tensión de los transformadores no deben conectarse en paralelo o en serie.

Excepción No. 1. Dos transformadores, cada uno de los cuales tiene una de sus terminales de alta tensión conectada a la cubierta metálica, se pueden conectar los devanados de alta tensión en serie para formar el equivalente de un transformador con su punto medio puesto a tierra. Las terminales puestas a tierra deben conectarse por conductores aislados no menores de sección transversal nominal de 2.08 mm² (No. 14 AWG).

Excepción No. 2. Los transformadores para anuncios luminosos pequeños portátiles, vidrieras de exhibición y lugares similares se pueden conectar en serie cuando estén equipados con terminales permanentemente fijas al devanado secundario dentro de la caja del transformador y las conexiones no deben extenderse más allá de 2.44 m de la cubierta que une los extremos de la tubería y no deben ser los conductores menores a la sección transversal de 0.8231 mm² (No. 18 AWG).

(e) **Accesibilidad.** Los transformadores deben ubicarse en lugares accesibles y deben sujetarse firmemente.

(f) **Espacio de trabajo.** Cuando un transformador no este instalado dentro de un anuncio, se debe proveer alrededor del transformador o de su cubierta, un espacio de trabajo de 1 m por 1 m horizontalmente y por lo menos de 1 m de altura.

(g) **Ubicación en desvanes.** Los transformadores pueden instalarse en desvanes, siempre que haya un acceso de 914 mm de altura y 610 mm de ancho provisto de un pasillo adecuado,

permanente y fijo, con un ancho no menor de 30 cm y que se extienda desde un punto de entrada al desván hasta cada transformador

600-33. Tubos luminosos de descarga eléctrica.

(a) **Diseño.** Los tubos luminosos deben ser de longitud y diseño tales que no produzcan una sobretensión continua en el transformador

(b) **Soporte.** Los tubos luminosos deben estar adecuadamente sostenidos en soportes de material incombustible y no absorbentes. Los soportes de los tubos deben ser ajustables cuando sea factible

(c) **Contacto con materiales inflamables y otras superficies.** Los tubos no deben tener contacto con materiales inflamables y deben estar ubicados donde no estén expuestos normalmente a daños materiales. Cuando los tubos trabajen a tensiones mayores de 7 500 V, sus soportes deben ser de material aislante no combustible y no absorbente, que mantenga una separación no menor de 6 mm entre el tubo y la superficie más próxima

600-34. Terminales y portaelectrodos de los tubos de descarga eléctrica.

(a) **Terminales.** Las terminales de los tubos deben ser inaccesibles a personas no idóneas y estar separadas de materiales combustibles y de metal conectado tierra, o bien estar encerradas en cubiertas. En este último caso, las terminales deben separarse de metal puesto a tierra y de material combustible, por medio de un material aislante incombustible y no absorbente o por un espacio libre en aire de 3.8 cm. Las terminales deben estar preparadas para que las conexiones no hagan falsos contactos y evitar calentamientos y pérdidas de energía. Las terminales no deben estar sometidas a esfuerzos mecánicos

(b) **Conexiones de tubos sin usar portaelectrodos.** Si no se usan portaelectrodos especiales para el objeto, las partes vivas de las terminales de los tubos y de los conductores, deben soportarse en tal forma que se mantenga una separación de por lo menos 4 cm entre conductores o entre conductores y cualquier parte metálica conectada a tierra

(c) **Portaelectrodos.** Los portaelectrodos para los tubos deben ser de material aislante, incombustible y no absorbente

(d)-**Boquillas.** Donde los electrodos entren a la cubierta de anuncios luminosos para exteriores o interiores, que trabajen a una tensión mayor de 7 500 V, deben usarse boquillas de paso, a menos que se haya provisto portaelectrodos. Los soportes mas proximos a las conexiones terminales deben quedar a no mas de 15 cm del electrodo

(e)-**Aparadores.** En los anuncios luminosos de tipo descubierto para aparadores, las terminales deben estar encerradas en portaelectrodos certificados para este fin y evitar falsos contactos y perdidas de energía

(f)-**Sellado de portaelectrodos y boquillas.** Para impedir la entrada de polvo o humedad pueden utilizarse sellos flexibles no conductores para tapar la abertura entre el tubo y el portaelectrodo o boquilla. Este sello no debe estar en contacto con material conductor puesto a tierra y no debe confiarse en él como aislamiento del tubo

(g)-**Cubierta de metal.** Las cubiertas de metal para electrodos deben tener una chapa metálica de espesor no menor de 0.68 mm (No 24 USG) (1.7)

(h)-**Cubiertas de material aislante.** Las cubiertas de material aislante deben ser incombustibles, no absorbentes y adecuadas para la tensión del circuito

(i)-**Partes vivas.** Las partes vivas deben estar encerradas o adecuadamente resguardadas para impedir cualquier contacto

600-35. Interruptores en puertas

Las puertas o tapas que den acceso a partes no aisladas de anuncios luminosos para

interiores o alumbrado de realce, de tensiones mayores de 600 V nominales y accesibles al público en general, deben estar provistas de interruptores de seguridad (tipo "interlock") que al abrir las puertas o retirar las tapas desconecten el circuito primario, o estén fijadas de tal manera que para abrirlas se necesiten herramientas especiales.

600-36. Alumbrado de realce fijo y avisos luminosos de tipo de estructura para uso interior.

(a).-**Soporte de tubos.** Los tubos de gas deben soportarse independientemente de los conductores, por medio de aisladores de material no combustible ni absorbente, tales como vidrio o porcelana, o suspenderse con alambres o cadenas adecuadas.

(b).-**Transformadores** Los transformadores se deben instalar en gabinetes metálicos y tan cerca como sea posible del sistema de tubos de gas.

(c).-**Conductores del secundario.** Los conductores del secundario para los transformadores deben aislarse de la tensión del circuito, deben estar encerrados en canalización metálica aterrizada

Excepción Los conductores que no excedan 1.22 m de longitud entre el tubo de gas y la envolvente metálica adyacente, pueden alojarse en otro tipo de canalización tal como vidrio continuo o mangas aislantes

600-37. Anuncios portátiles de tubos de gas para aparadores de uso interior.

Esta Sección se aplica a las instalaciones y al uso de anuncios portátiles de tubos de gas

(a).-**Ubicación.** Los anuncios portátiles con tubos de gas se deben usar solamente en interiores

(b).-**Transformador.** El transformador debe ser del tipo ventana o estar dentro de una cubierta metálica.

(c).-**Conductores de alimentación** Los conductores de alimentación deben ser de cordón tipo uso rudo o extra rudo que contenga un conductor de puesta a tierra de equipo. El cordón debe tener una longitud no mayor de 3 m

(d).-**Conductores secundarios** Los conductores secundarios deben tener una longitud no mayor de 1.80 m y deben instalarse donde no estén expuestos a daños mecánicos y aislarse de la tensión del circuito y protegerse por un tubo de vidrio continuo u otros mangos aislantes o tubería

(e).-**Puesta a tierra.** Los transformadores y las partes metálicas unidas que no transportan corriente deben ponerse a tierra de acuerdo con el Artículo 250

(f).-**Soportes.** Los anuncios portátiles interiores deben mantenerse en su lugar por un número de ganchos abiertos no mayor de dos sujetos a la estructura del transformador.

ARTICULO 604. SISTEMAS DE ALAMBRADO PREFABRICADOS

604-1. Alcance

Las disposiciones de este artículo se aplican al alambrado instalado en campo utilizando subconjuntos prefabricados para circuitos derivados, circuitos de control remoto, de señalización y de comunicaciones en áreas accesibles

604-2. Definición Sistema de alambrado prefabricado.

Un sistema formado por componentes que fueron ensamblados en el proceso de fabricación y no pueden ser inspeccionados en el sitio donde se instalen, sin dañar o destruir el propio

conjunto ensamblado, por lo cual sus conexiones internas no deberán tener falsos contactos para evitar calentamientos y consumos innecesarios de energía

604-3. Otros artículos.

Además de lo indicado en este artículo, se debe cumplir con todos los otros artículos que aplican de esta Norma

604-4. Uso permitido.

Se permite el uso de sistemas de alambrado prefabricados, en lugares visibles secos accesibles y espacios usados para aire ambiental cuando sean adecuados para esta aplicación y se instalen de acuerdo con lo indicado en la Sección 300-22.

Excepción En espacios ocultos, se permite que el final de un cable en derivación, se extienda dentro de muros huecos accesibles, para terminar en un dispositivo de desconexión o una salida eléctrica.

604-5. Uso no permitido.

Cuando los conductores o cables son limitados por las disposiciones de los Artículos 333 y 334

604-6. Construcción

(a) Tipos de cable o tubería conduit

(1) Los cables deben ser blindados o con cubierta metálica y deben contener conductores de 600 V nominales de cobre aislados de sección nominal transversal de 5.261 mm² (No 10 AWG) ó de 3.309 mm² (No 12 AWG) con un conductor de cobre aislado o desnudo para puesta a tierra, equivalente en sección transversal nominal al conductor activo

(2) La tubería debe ser conduit metálica flexible y adecuada para contener conductores de cobre aislados de sección transversal nominal de 5.261 mm² (No 10 AWG) ó de 3.309 mm² (No 12 AWG) para 600 V nominales con un conductor de cobre para puesta a tierra, equivalente en sección transversal nominal al del conductor activo

Excepción No. 1 para los incisos (1) y (2) Se permite una extensión máxima de 1.83 m. de longitud para conectar un aparato con conductores menores de sección transversal nominal de 3.309 mm² (No 12 AWG) pero no más pequeños que el de sección transversal nominal de 0.823 mm² (No 18 AWG)

Excepción No. 2 para los incisos (1) y (2) Se permiten conductores de sección transversal nominal menor de 3.309 mm² (No 12 AWG) para circuitos de control remoto, señalización o comunicaciones. El sistema de alambrado debe ser adecuado para este propósito

3) Cada sección debe marcarse para identificar el tipo de cable o tubería

(b) Contactos y conectores. Los contactos y conectores deben ser del tipo de enclavamiento, debidamente polarizados e identificados para el propósito y deben formar parte apropiada del sistema en conjunto

(c) Otros componentes. Otros componentes deberán estar certificados para el sistema apropiado

604-7. Salidas disponibles.

Todas las salidas disponibles deben ser tapadas a fin de cerrar efectivamente las aberturas de los conectores y así evitar accidentes

ARTICULO 605 - ARTICULOS DE OFICINA (relacionado con

accesorios de alumbrado y muros prefabricados.)

605-1. Alcance.

Esta sección se refiere a equipo eléctrico, accesorios de alumbrado y sistemas de alumbrado usados para conectar, colocar dentro, o instalar en muros prefabricados alambrados

605-2. Generalidades.

Los sistemas de alumbrado se deben identificar como apropiados para suministrar energía a los accesorios y artefactos de alumbrado en muros prefabricados. Estos muros no deben construirse del piso hasta el techo.

(a) **Usos.** Estos conjuntos deben instalarse y usarse sólo como se indica en este artículo.

(b) **Otras secciones.** Además de lo indicado en este artículo, se debe cumplir con los artículos aplicables de esta Norma

(c) **Lugares clasificados peligrosos.** Cuando se usen muros prefabricados alambrados en lugares (clasificados) peligrosos, deben cumplir con los Artículos 500 a 517, además de este artículo

605-3. Canalizaciones.

Todos los conductores y las conexiones deben estar dentro de ductos de alumbrado metálicos o de otro material apropiado para las condiciones de uso. Los ductos del alumbrado deben estar libres de protuberancias u otras condiciones que puedan dañar el aislamiento del conductor.

Nota: Los conductores usados en esta sección no incluyen cordón flexible.

605-4. Interconexiones entre muros.

La conexión eléctrica entre muros debe ser un conjunto flexible apropiado para su uso

Excepción Se permite cordón flexible para la conexión entre muros siempre que se cumpla con las siguientes condiciones:

- a. Que el cordón sea del tipo para uso extra rudo
- b. Que los muros estén mecánicamente juntos
- c. Que el cordón no sea más largo de lo necesario para la máxima colocación de los muros y no exceda de 610 mm. en ningún caso
- d. Que el cordón termine en una clavija y un contacto con un dispositivo liberador de tensión mecánica

605-5. Accesorios de alumbrado.

El equipo de alumbrado apropiado para usarse en muros alambrados debe cumplir con todos los requisitos siguientes

(a) **Soporte** Se debe contar con un medio de unión o soporte seguro

(b) **Conexión** Cuando se utilice una conexión de cordón y clavija, la longitud del cordón debe ser adecuada para el uso que se pretende pero no debe exceder los 2.74 m. de longitud. El cordón no debe ser menor de la sección transversal nominal de 0.8231 mm² (No. 18 AWG) y debe contener un conductor de puesta a tierra y ser del tipo para uso rudo. Se pueden emplear otro tipo de conexiones adecuadas para el propósito

(c) **Salida de contacto.** Los contactos, no se permiten en los accesorios de alumbrado

605-6. Muros de tipo fijo.

Los muros alambrados que estén fijos (asegurados) deben estar permanentemente conectados al sistema eléctrico del edificio por uno de los métodos de alumbrado indicados en el Capítulo 3

605-7. Muros de tipo no permanente.

Los muros no permanentes (no fijos) pueden estar conectados permanentemente al sistema eléctrico del edificio por uno de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3.

605-8. Muros del tipo no permanente, conectados con cordón y clavija.

Los muros individuales de tipo no permanente o grupos de muros individuales que estén eléctricamente unidos y que no excedan de 9.14 m, cuando sean ensamblados, podrán ser conectados al sistema eléctrico del edificio por un cordón y clavija flexible monopolar, siempre que satisfagan los siguientes requisitos

(a) **Para cordón alimentador flexible.** El cordón alimentador flexible no debe exceder de 610 mm de longitud y debe ser del tipo para uso extrarudo con conductores de sección transversal nominal de 3 309 mm² (No. 12 AWG) o mayores, con un conductor de puesta a tierra aislado.

(b) **Contactos para suministro de energía.** El contacto o contactos que suministran la energía eléctrica, debe ser abastecido por un circuito independiente que sirva exclusivamente a los muros y no otras cargas y debe ubicarse a no más de 305 mm del muro que alimente

(c) **Salidas de contactos (máximo).** Los muros individuales o grupos interconectados, no tendrán más de 13 (trece) salidas de contactos de 15 A , 127.5 V

(d) **Circuitos multiconductores.** Los muros individuales o grupos de muros individuales interconectados no deben contener circuitos multiconductores

Nota: Ver la sección 210-4 para circuitos derivados multiconductores

ARTICULO 610 - GRUAS Y POLIPASTOS

A. Disposiciones generales

610-1. Alcance.

Este artículo cubre la instalación de equipos eléctricos y la instalación eléctrica relacionada con polipastos, monorriel para polipasto y de todo tipo de carriles

610-2. Requisitos particulares para lugares especiales

(a) **Lugares peligrosos (clasificados)** Todo equipo que funcione en un lugar peligroso (clasificado) debe cumplir con el Artículo 500

1) Los equipos usados en lugares peligrosos debido a la presencia de gases o vapores inflamables deben cumplir con el Artículo 501

2) Los equipos usados en lugares peligrosos debido a la presencia de polvos combustibles deben cumplir con el Artículo 502

3) Los equipos usados en lugares peligrosos debido a la presencia de fibras o pelusas fácilmente inflamables deben cumplir con el Artículo 503

(b) **Materiales combustibles** Si la grua, polipasto o monorriel trabaja sobre materiales fácilmente combustibles las resistencias eléctricas serán instaladas en un gabinete bien ventilado de material incombustible y construido de forma que no puedan proyectarse llamas o metal fundido

Excepcion Las resistencias pueden ser instaladas dentro de una jaula o cabina construida de material incombustible que cierre a los lados de la jaula o de la cabina desde el piso hasta por lo menos 15 cm, por encima del tope de la parte mas alta de las resistencias.

(c) **Celdas electrolíticas en línea** Ver Sección 668-32

B. Instalaciones eléctricas

610-11. Métodos de alambrado.

Los conductores deberán instalarse en canalizaciones o ser cable tipo MC o MI

Excepción No 1. Los conductores de contacto.

Excepción No 2 Longitudes cortas de conductores descubiertos en resistencias, colectores y otros equipos.

Excepción No 3. Cuando se necesiten conexiones flexibles para motores y equipo similar, se deben instalar conductores trenzados dentro de tubos metálicos flexibles, tubo metálico flexible y hermético a los líquidos, cable multiconductor o una cubierta no metálica aprobada.

Excepción No 4 Cuando se utilice cable multiconductor en una estación de botones suspendida, la estación estará soportada de una manera satisfactoria que proteja los conductores eléctricos contra los esfuerzos de tracción.

Excepción No 5 Cuando se necesite flexibilidad para alimentar potencia o control a partes en movimiento, se permite el uso de un cable adecuado que proporcione:

- a Liberación satisfactoria contra esfuerzos de tracción y que suministre protección contra daños físicos
- b En lugares peligrosos clasificados dentro de la Clase 1, división 2, el cable deberá ser certificado para Servicio Extra Rudo

610-12. Accesorios terminales de canalización o cable.

Los conductores que salgan de una canalización o los cables deberán cumplir con una de las condiciones siguientes

(a) **Agujeros independientes con conector.** Cuando se cambie el tipo de instalación con tubo metálico pesado, tubo metálico semipesado, tubo eléctrico metálico ligero, cable con cubierta metálica, cable con aislamiento mineral o canalización con alambrado superficial, a una instalación de tipo visible, deberá usarse una caja o accesorio terminal que esté provista con conectores independientes para cada uno de los conductores

Un accesorio usado para este propósito no debe tener derivaciones, tomas de corriente, ni empalmes y no debe usarse como caja de salida para aparatos

(b) **Conector en lugar de caja.** Se permitira usar conector en lugar de una caja al final de un tubo metálico rígido, tubo metálico semipesado o tubo metálico ligero, cuando la canalización termine en motores de corriente continua de devanados divididos, controles no encerrados o equipos similares, incluyendo conductores de contacto, colectores, resistencias, frenos e interruptores límites operando en el circuito de potencia

610-13. Tipo de conductores.

Los conductores deberán cumplir con la tabla 310-13

Excepción No 1 Los conductores expuestos al calor exterior o conectados a resistencias tendrán una cubierta exterior resistente a las llamas o estarán cubiertos con cinta resistente a las llamas, individualmente o en grupos

Excepción No 2 Los conductores de contacto a lo largo de trabes, puentes de grúas y monorraíles pueden ser desnudos y serán de cobre, aluminio, acero, u otras aleaciones o combinaciones de estos metales en la forma de alambre duro, de configuración cilíndrica o en T, perfiles angulares, rieles en T u otras formas rígidas

Excepción No 3 Los conductores flexibles se pueden utilizar para conducir corriente y, donde sea factible, se pueden emplear carretes recuperadores de cables o dispositivos para enrollar los conductores

610-14. Capacidad de corriente y sección transversal nominal de los conductores.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

(a) **Capacidad de corriente.** La capacidad de corriente permitida por los conductores se indica en la tabla 610-14a

(b) **Conductores para resistencias en el secundario** Cuando las resistencias en el secundario están separadas del control, la sección transversal nominal mínima de los conductores entre las resistencias y el control se calculará multiplicando la corriente secundaria del motor por el factor adecuado tomado de la tabla 610-14 b) con ayuda de la tabla 610-14 a), se selecciona el conductor adecuado

(c) **Sección transversal nominal mínima.** Los conductores externos a motores y a controles no deben ser menores a la sección transversal nominal de 1.309 mm² (No. 16 AWG)

Excepción No. 1. En circuitos de control con no más de 7 A, se permitirá el uso de alambre de sección transversal de 0.8235 mm² (No 18 AWG), en cordones multiconductores.

Excepción No. 2 En circuitos electrónicos se permitirá alambres no menores de la sección transversal nominal de 0.5191 mm² (No 20 AWG)

(d) **Conductores de contacto.** Los alambres de contacto tendrán una capacidad de corriente no menor que la indicada en la tabla 610-14 a) para alambre de 75o C, y en ningún caso serán menores que lo siguiente

Distancias entre aisladores extremos de tensión mecánica o soportes intermedios del tipo mordaza	Sección transversal nominal del alambre
0-9 m	No. 6
9-18 m	No 4
más de 18 m	No 2

(e) **Cálculo de la carga de motores**

- 1) Para un motor usese el 100% de la corriente a plena carga indicada en la placa de datos
- 2) Para varios motores en una grúa o polipasto, la Capacidad de corriente mínima de los conductores que alimentan la grúa o polipasto debe ser la corriente de plena carga en amperes indicada en la placa de datos del motor más grande o grupos de motores que operen un solo movimiento de la grúa más el 50% de la capacidad nominal en amperes a plena carga de la placa de datos del motor inmediato más grande o grupo de motores de un solo movimiento, usando la columna de la tabla 610-14 a) que se aplica al motor con el mayor tiempo de régimen de trabajo
- 3) Para varias grúas o polipastos o ambas cosas, alimentadas por un sistema de conductor común se calculara la capacidad de corriente mínima del motor para cada grúa como se indica en la Sección 610-14e), se sumaran todas y se multiplicará la suma por el factor de demanda adecuado de la tabla 610-14 e)

Tabla 610-14a Para la capacidad de corriente de los conductores entre controles y resistencias y base la Sección 430-23. Capacidad de corriente en amperes de conductores de cobre aislados, hasta 4 conductores en canalizaciones o cable, usados para motores de grúas y elevadores de carga con régimen de trabajo de corto tiempo.

	75°C		90°C		125°C	
Sección transversal Nominal mm (KCM/AWG)	Tipos THW, THW-LS, XHHW, THWN		Tipos AVB, FEP MTW, RH, RHW RHH, SA, TA,		Tipo AVA THHN, XHH, Z.	
	60 min	30 min.	60 min.	30 min.	60 min.	30 min.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

1.307 (16)	10	12				
2.082 (14)	25	26	31	32	38	40
3.307 (12)	30	33	36	40	45	50
5.260 (10)	40	43	49	52	60	65
8.367 (8)	55	60	63	69	73	80
13.30 (6)	76	86	83	94	101	119
21.15 (4)	100	117	111	130	133	157
33.62 (2)	137	160	148	173	178	214
53.48(1/0)	190	233	211	259	253	304
67.43(2/0)	222	267	245	294	303	369
85.01(3/0)	280	341	305	372	370	452
107.2(4/0)	300	369	319	399	451	555
126.7(250)	364	420	400	461	510	635
152.0(300)	455	582	497	636	587	737
177.3(350)	486	646	542	716	663	837
202.7(400)	538	688	593	760	742	941
253.4(500)	660	847	726	914	896	1143
FACTOR DE CORRECCION PARA CAPACIDAD DE CORRIENTE						
Temp. Ambiente oC	Para temperaturas ambientes diferentes a 30oC (86oF) multiplique la capacidad de corriente mostrada arriba por el factor abajo indicado.					
21-25	1.05	1.05	1.04	1.04	1.02	1.02
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31-35	0.94	0.94	0.96	0.96	0.97	0.97
36-40	0.88	0.88	0.91	0.91	0.95	0.95
41-45	0.82	0.82	0.87	0.87	0.92	0.92
46-50	0.75	0.75	0.82	0.82	0.89	0.89
51-55	0.67	0.67	0.76	0.76	0.86	0.86
56-60	0.58	0.58	0.71	0.71	0.83	0.83
61-70	0.33	0.33	0.58	0.58	0.76	0.76
71-80			0.41	0.41	0.69	0.69
81-90					0.61	0.61
91-100					0.51	0.51
101-120					0.40	0.40

Otros aislantes indicados en la tabla 310-13 y certificados para las temperaturas y los lugares pueden sustituir los indicados en la tabla 610-14a

Tabla 610-14 b). -Factores para determinar la sección transversal mínima de los conductores entre las resistencias y el control de grúas.

Tempo en segundos	Capacidad de corriente en % de
En servicio	Fuera de servicio
	la corriente secundaria a plena carga

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

5	75	35
10	70	45
15	75	55
15	45	65
15	30	75
15	15	85
servicio continuo.		110

Tabla 610-14 e) Factores de demanda

Número de grúas o elevadores	Factor de demanda
2	0.95
3	0.91
4	0.87
5	0.84
6	0.81
7	0.78

(f) **Otras cargas.** Las cargas adicionales, tales como calefacción, alumbrado y aire acondicionado, se registrarán por la aplicación de las secciones apropiadas de esta Norma

(g) **Placa de datos** Cada grúa, monorraíl o polipasto tendrá una placa visible que contenga los siguientes datos: Nombre del fabricante, valores nominales de tensión, frecuencia, número de fases y los amperes del circuito, calculados según la Sección 610-14 e) y f).

610-15. Conductores de retorno común.

Cuando una grúa o polipasto es accionado por más de un motor, puede utilizarse un conductor de retorno común de una Capacidad de corriente adecuada

C. Conductores de contacto

610-21. Instalación de los conductores de contacto.

Los conductores de contacto deberán cumplir con los incisos (a) a la (h) descritos a continuación

(a) **Ubicación o resguardo de los conductores de contacto.** Los conductores de contacto de travesaños de carril estarán resguardados y los conductores de contacto de puente estarán ubicados o resguardados de manera que las personas no puedan tocar inadvertidamente las partes energizadas

(b) **Alambres de contacto.** Los alambres que se utilicen como conductores de contacto estarán fijados en los extremos por medio de aisladores de tensión certificados y deberán montarse en aisladores certificados de tal manera que el límite de desplazamiento del alambre no lo aproxime a más de 38 mm de la superficie sobre la que está instalado el alambre

(c) **Soportes a lo largo de travesaños de carril.** Los alimentadores principales del tipo de contacto instalados a lo largo de la travesaño de carril estarán sostenidos por soportes aislantes colocados a intervalos no mayores de 6.1 m

Excepción Los soportes para conductores de rieles puestos a tierra como esta previsto en (f) siguiente, no necesitan ser del tipo aislante

Dichos conductores estarán separados entre sí no menos de 15 cm, salvo los monorraíles para polipastos, donde puede haber una separación no menor de 7.5 cm. Donde sea necesario, los intervalos entre los soportes aislantes pueden ser aumentados hasta 12 m, aumentando

proporcionalmente la separación entre conductores

(d) **Soportes sobre puentes.** Los alambres de los conductores de contacto del puente estarán separados del puente por lo menos 6.50 cm, y cuando el carro del puente sea mayor de 24 m se colocarán soportes de silleta aislados a intervalos no mayores de 15 m.

(e) **Soportes para conductores rígidos.** Los conductores a lo largo de traveses carriles y puentes de grúas, los cuales sean del tipo rígido especificado en la Sección 610-13, *Excepción* No 2, y que no estén dentro de un conjunto encerrado certificado, se instalarán sobre soportes aislantes, a intervalos no mayores de 80 veces la dimensión vertical del conductor, pero en ningún caso mayor que 4.50 m, y separados suficientemente para dar una separación eléctrica evidente de los conductores o a los colectores adyacentes no menor de 2.5 cm.

(f) **Rieles como conductor del circuito.** Los rieles de monorriel, tranvía de rieles o de traveses carriles para grúa pueden ser utilizados como conductores de corriente para una fase de un sistema trifásico de corriente alterna de alimentación de un transportador, grúa o carro, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes: 1) los conductores que alimentan las otras dos fases deben estar aislados; 2) el suministro de energía para todas las fases se obtendrá a través de un transformador aislador; 3) la tensión no será mayor de 300 V; 4) el riel que sirve como conductor estará efectivamente puesto a tierra en el transformador y también será permitido ponerlo a tierra por los accesorios utilizados para la suspensión o fijación del riel al edificio o estructura.

(g) **Continuidad eléctrica de los conductores de contacto.** Todas las secciones de los conductores estarán mecánicamente unidas para proporcionar una conexión eléctrica continua.

(h) **Alimentación de otros equipos.** Los conductores de contacto no serán utilizados como alimentadores de otros equipos que no sean la grúa o grúas a las cuales fueron inicialmente destinados a alimentar.

610-22. Colectores.

Los colectores se diseñarán de forma que se reduzca al mínimo el chisporroteo entre ellos y los conductores de contacto y cuando trabajen en locales utilizados para el almacenamiento de fibras y materiales fácilmente inflamables, cumplirán con la Sección 503-13.

D. Medio de desconexión

610-31. Medio de desconexión de los conductores de la trabe carril.

Se instalará un medio de desconexión que tenga una capacidad continua de corriente no menor de la calculada en la Sección 610-14 e) y f) entre los conductores de contacto de la trabe carril y la fuente de alimentación. Este medio de desconexión será un interruptor de circuito para motor o un interruptor termomagnético. Dicho medio de desconexión será:

- 1) Fácilmente accesible y manejable desde el nivel del piso
- 2) Deberá quedar bloqueado en la posición de abierto
- 3) Desconectará simultáneamente todos los conductores vivos
- 4) Estará ubicado a la vista desde la grúa o polipasto y desde los conductores de contacto de la trabe carril

610-32. Medios de desconexión para grúas y monorriel para polipasto.

Se instalará en las terminales de los conductores de contacto en las traveses carriles o para otros suministros en todas las grúas y polipastos de monorriel, un interruptor de circuito para motor o un interruptor termomagnético que pueda bloquearse en la posición de abierto.

Excepción. Cuando un monorriel de polipasto o una instalación de puente grúa de propulsión manual reúne todas las siguientes condiciones podrá omitirse el medio de desconexión: a) la unidad se controla desde el piso; b) la unidad está a la vista desde los medios de desconexión.

de la fuente de alimentación, c) no hay plataforma fija para dar el servicio a la unidad.

Cuando estos medios de desconexión no sean fácilmente accesibles desde el puesto de mando de la grúa o monorraíl de polipasto, se dispondrán medios en el puesto de mando para interrumpir el circuito de energía a todos los motores de la grúa o monorraíl de polipasto.

610-33. Capacidades de los medios de desconexión.

La capacidad continua de corriente del interruptor o interruptor termomagnético requerido por el artículo 610-32 no será menor que el 50% de la combinación de las capacidades nominales de corto tiempo de los motores, ni menor que el 75% de la suma de las capacidades en amperes de corto tiempo de los motores requeridos para un solo movimiento de la grúa.

E. Protección contra sobrecorriente

610-41. Alimentadores, conductores de la trabe carril.

Los conductores de alimentación de la trabe carril y conductores de contacto principales de una grúa o monorraíl se protegerán mediante un dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente, los cuales no serán mayores que la mayor capacidad nominal o la mayor calibración de cualquier dispositivo de protección de un circuito derivado más la suma de todas las capacidades nominales de las otras cargas indicadas en la placa de datos, aplicando los factores de demanda de la tabla 610-14 (e).

610-42. Protección de falla a tierra y corto circuito para circuitos derivados.

Los circuitos derivados se protegerán como sigue

(a) **Capacidad de los fusibles o del interruptor termomagnético.** Los circuitos derivados de motores de grúas, polipastos y monorraíl de polipasto se protegerán con fusibles o interruptores termomagnéticos de tiempo inverso con una capacidad de acuerdo a la tabla 430-152. Se permitirá tomar derivaciones a circuitos de control desde el lado de la carga de un dispositivo de protección del circuito derivado, siempre y cuando cada derivación y pieza de equipo estén protegidos en forma apropiada.

Excepción No. 1 Cuando dos o más motores actúen en un mismo movimiento, la suma de sus corrientes nominales indicadas en la placa de datos se considerará como la de un solo motor en los cálculos anteriores.

Excepción No. 2 Se podrán conectar dos o más motores del mismo circuito derivado, si ninguna derivación a un motor individual tiene una Capacidad de corriente menor que un tercio del circuito derivado y si cada motor está protegido contra sobrecarga de acuerdo con la sección 610-43

(b) **Derivaciones a bobinas de freno** Las derivaciones a bobinas de freno no necesitan protección contra sobrecorriente separada

610-43. Protección contra sobrecarga del motor y el circuito derivado.

Cada motor, control de motor y conductor del circuito derivado deberán estar protegidos contra sobrecarga por uno de los medios siguientes

- 1) Un motor se considerará protegido cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado reúne los requisitos de capacidad de la Sección 610-42
- 2) Instalación de relevadores de sobrecarga en cada conductor vivo del circuito, con todos los relevadores protegidos contra cortocircuito por medio de la protección del circuito derivado
- 3) Instalación de un dispositivo o dispositivos sensibles al calor, sensibles a la temperatura del motor o a la temperatura y corriente que estén térmicamente en contacto con el bobinado del motor. Un polipasto o carro se considera protegido si los dispositivos sensibles a la temperatura están conectados en el circuito de un interruptor de límite

superior del polipasto, de manera que se impida su funcionamiento cuando exista una condición de sobrecalentamiento en cualquier motor.

Excepción No. 1. Si el motor es controlado manualmente con control de resorte de retorno, el dispositivo de protección de sobrecarga en funcionamiento no necesita proteger el motor contra condiciones de rotor bloqueado.

Excepción No. 2. Cuando dos o más motores accionan un solo carro, vagoneta o puente, y están controlados como una unidad por un solo juego de dispositivos de sobrecarga en funcionamiento con una capacidad igual a la suma de sus corrientes de plena carga. Un polipasto de carga o carro se considera protegido si los dispositivos sensibles a la temperatura están conectados en el circuito de un interruptor de límite superior del polipasto, de manera que impida su funcionamiento cuando exista una condición de sobrecalentamiento en cualquier motor.

Excepción No. 3. Los polipastos y polipastos de monorraíl y sus carros que no se empleen como parte de una grúa eléctrica viajera no requieren protección contra sobrecarga de funcionamiento individual del motor, siempre que el motor más grande no sea mayor de $7 \frac{1}{2}$ CP y que todos los motores estén bajo un control manual del operador

F. Control

610-51. Controles separados. Cada motor estará provisto de un control individual.

Excepción No. 1 Cuando dos o más motores accionan un solo polipasto, carro, furgón o puente se permitira que se utilice un solo control

Excepción No. 2 Un control se puede usar para varios motores siempre que a) el control tenga capacidad nominal en CP no menor que la del motor más grande, b) sólo un motor se acciona a la vez.

610-53. Protección contra sobrecorriente.

Los conductores de circuitos de control se protegerán contra sobrecorriente. Los circuitos de control se considerarán protegidos por dispositivos contra sobrecorriente que estén calibrados o ajustados a no más de un 300% de la Capacidad de corriente de los conductores de control

Excepción No. 1 Las derivaciones de los transformadores de control se considerarán protegidas cuando el circuito secundario esté protegido por un dispositivo calibrado o ajustado a no más de 200 por ciento de la corriente del secundario del transformador y a no más del 200 por ciento de la Capacidad de corriente de los conductores del circuito de control

Excepción No. 2 Dichos conductores se consideran protegidos adecuadamente por los dispositivos contra sobrecorriente del circuito derivado, cuando la apertura del circuito de control produzca un riesgo, por ejemplo, el circuito de control de una grúa para metal fundido.

610-55. Interruptores de límite

Se instalara un interruptor de límite u otros dispositivos para impedir que la carga sobrepase el límite superior del recorrido de todos los mecanismos de elevacion

610-57. Espacio libre.

Las dimensiones del espacio de trabajo para tener acceso a partes vivas que requieran revision, ajuste, servicio o mantenimiento mientras esten vivas, seran de un mínimo de 762 mm (2 $\frac{1}{2}$ pies)

Cuando los controles estén encerrados en gabinetes, las puertas se abrirán por lo menos a 90 grados o seran desmontables

G. Puesta a tierra

610-61. Puesta a tierra

Todas las partes metálicas descubiertas que no lleven corriente en grúas, polipastos de monorriel, polipastos y sus accesorios, incluyendo los controles colgantes, deben estar metálicamente unidas entre sí formando un conductor eléctrico continuo, de forma que toda la grúa o polipasto esté puesta a tierra de acuerdo con el Artículo 250. Las partes en movimiento, salvo los accesorios desmontables o aditamentos que tengan superficies de contacto de metal con metal, serán consideradas como conectadas eléctricamente entre sí a través de las superficies de contacto, para los efectos de la puesta a tierra. Las armazones de los carros y del puente se considerarán eléctricamente puestas a tierra a través de las ruedas del puente y del carro y sus respectivos rieles, a menos que las condiciones locales, tales como pintura u otro material aislante, impidan obtener un contacto seguro de metal a metal. En este caso se proveerá un conductor separado de puesta a tierra.

ARTICULO 620 - ASCENSORES, MONTAPLATOS, ESCALERAS MECANICAS Y PASILLOS MOVILES

A. Disposiciones Generales

620-1. Alcance.

Esta sección se aplica al equipo eléctrico e instalaciones utilizados en relación con ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas y pasillos móviles.

620-2. Limitaciones de tensión.

La tensión nominal utilizada en los circuitos de señales y control, equipos de mando, motores de accionamiento de máquinas, frenos de máquinas y grupos motor-generador empleados en accesorios montaplatos, escaleras mecánicas y pasillos móviles, no será mayor de los siguiente

(a) 300 V. Para circuitos de señalización y control y equipos conexos, incluyendo los motores que accionen las puertas 300 V

Excepción Se permitirán tensiones mayores para corriente alterna en frecuencias de 25 a 60 Hz o en corriente continua, siempre que la corriente del sistema no pueda en ningún caso ser mayor de 8 mA en corriente alterna o 30 mA en corriente continua

(b) 600 V. Para motores de accionamiento de máquinas, frenos de máquina y grupos motor-generador 600 V

Excepción Se permitirán tensiones mayores para los motores de accionamiento de grupos motor-generador

620-3. Partes vivas encerradas

Todas las partes vivas de los aparatos eléctricos de los huecos de ascensor, en las paradas, dentro o sobre las cabinas de ascensores y montaplatos, o en los pozos o las paradas de las escaleras mecánicas o pasillos móviles estarán encerradas para protegerlas de contactos accidentales

B. Conductores

620-11. Aislamiento de conductores.

El aislante de los conductores instalados en conexión con ascensores, montaplatos, escalera mecánicas o pasillos móviles cumplirá con a) hasta d) siguientes

(a) Instalación del dispositivo de cierre interno de la puerta del elevador. Los conductores a los cierres internos de la puerta del elevador desde el mecanismo de elevación, deberán ser

retardante a la flama y adecuados para una temperatura no menor de 200° C. Los conductores serán del tipo SF o equivalentes

(b) **Cables móviles.** Los cables móviles utilizados como conexiones flexibles entre la cabina del ascensor y el montaplatos y la canalización, deben ser cables para ascensores de los tipos indicados en la tabla 400-4, o de los tipos certificados.

(c) **Otros alambrados.** Todos los conductores colocados en las canalizaciones y dentro o sobre las cabinas de ascensores en los pozos de escaleras metálicas y pasillos móviles, y en sus salas de máquinas, tendrán un aislante retardante a la flama y resistente a la humedad

(d) **Aislamiento.** Todos los conductores tendrán una capacidad de tensión de aislamiento por lo menos igual a la capacidad máxima nominal de la tensión del circuito de cualquier conductor dentro de la cubierta, cable o canalización

Los conductores serán tipo MTV, T, TFF, TFN, TFFN, THHN, THW, THWN, TW, XHHW, AWN, THW-LS, THHW-LS, XHHW-LS, o cualquier otro conductor con aislamiento diseñado como retardante a la flama. Los conductores blindados se permitirán siempre que estén aislados para la tensión máxima que se encuentre dentro del cable o sistema de canalización

620-12. Sección transversal nominal mínimo de los conductores.

La sección transversal nominal mínimo de los conductores utilizados para el alambrado de ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas y pasillos móviles, con *Excepción* de los conductores que formen parte integral del equipo de control, será como sigue.

(a) Cables móviles

1. Para circuitos de alumbrado, de sección transversal nominal de 2.081 mm² (No 14 AWG)

Excepción Se puede usar en paralelo conductores de sección transversal nominal de 0.5176 mm² (No 20 AWG) o mayor, siempre que la capacidad de corriente sea equivalente, por lo menos, a la del conductor de sección transversal nominal de 2.081 mm² (No 14 AWG)

2. Para circuitos de control de funcionamiento y señalización, de sección transversal nominal 0.5176 mm² (No 20 AWG)

(b). **Otros alambrados.** Todos los circuitos de control del funcionamiento y señalización: sección transversal nominal de 0.2047 mm² (No 24 AWG)

620-13. Conductores del circuito del motor.

Los conductores que alimentan motores de ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas o pasillos móviles tendrán una capacidad de corriente de acuerdo con los párrafos a), b) y c) que siguen, basada en la corriente nominal de la placa de características de los motores. Para el control de campo del generador, la capacidad de corriente estará basada en la corriente nominal de la placa de características del motor que hace funcionar el grupo motor-generador que suministra la fuerza del motor del ascensor

El calentamiento de los conductores depende más de los valores de corriente eficaces que, en el caso del control de campo del generador se reflejan en la corriente nominal de la placa de características del motor que hace funcionar el grupo motor-generador, que del valor nominal del motor del ascensor, el cual representa valores reales de la corriente a plena carga pero de corta duración o intermitente

(a). Conductores que alimentan un solo motor. Los conductores que alimenten un solo motor tendrán una capacidad de corriente de acuerdo con la Sección 430-22 a la tabla 430-22 a) *Excepción*

(b). Conductores que alimentan varios motores. Los conductores que alimenten varios motores tendrán una capacidad de corriente no menor del 125% de la corriente nominal de la placa de características del motor más grande en el grupo, más la suma de las corrientes

nominales de las placas de características de los demás motores del grupo.

(c). Factor de demanda del alimentador. Se pueden instalar conductores para el alimentador de menor capacidad de corriente que la requerida por el párrafo b) anterior, de acuerdo con lo señalado en la sección 430-26

620-14. Sistemas ajustables para variador de velocidad.

Los conductores que alimentan elevadores, escaleras, andadores móviles, rampas para silla de ruedas, deben tener una capacidad de corriente de acuerdo con los siguientes puntos a) y b)

(a) Transformador de energía integrado con el equipo de conversión de energía. La capacidad de corriente del conductor debe estar basada en la corriente nominal de la placa de características del equipo de conversión de energía.

(b) Transformador de energía no integrado con el equipo de conversión de energía. La capacidad de corriente del conductor debe estar basada en la corriente nominal de la placa de características del equipo de conversión de energía y de todas las demás cargas conectadas, o la corriente nominal de la placa de características del equipo de conversión de energía indicada en el lado primario del transformador, además de todas las otras cargas conectadas, cualquiera que sea la mayor

620-15. Factor de demanda para alimentadores.

Los conductores de un alimentador con una capacidad de corriente menor que la requerida en las Secciones 620-13 y 620-14 deben estar sujetas a las requeridas por la Sección 430-26 y tabla 620-15

Tabla 620-15 Factores de Demanda del Alimentador para Elevadores

Número de elevadores en un solo alimentador	Factor de Demanda
1	1.00
2	0.95
3	0.90
4	0.85
5	0.82
6	0.79
7	0.77
8	0.75
9	0.73
10 o más	0.72

El factor de demanda esta basado en la mitad de un ciclo de trabajo

C. Alambrado

620-21. Métodos de alambrado.

Los conductores ubicados en huecos de ascensores y en los pozos de escaleras mecánicas o pasillos móviles dentro o encima de las cabinas y locales del control de maquinas, sin incluir los cables móviles de conexión de la cabina con el alambrado del hueco del ascensor, serán instalados en tubo rígido metálico pesado, tubo no metálico rígido, tubo metálico semipesado y tubo metálico ligero, canales de alambres o cable tipo MC o MI

Excepción No. 1 Se puede utilizar un tubo metálico flexible o el cable tipo AC en los huecos de ascensores y pozos de pasillos móviles y escaleras mecánicas, entre conductores verticales y disyuntores de limite de recorrido, enclavamiento, pulsadores de funcionamiento y dispositivos

similares. Se permitirá la instalación de cables de baja tensión (24 V o menos) entre conductores verticales y aparatos de señalización y dentro de escaleras mecánicas y pasillos móviles, cuando estén soportados y protegidos contra abuso físico.

Excepción No. 2 Se puede utilizar recorridos cortos de tubos metálicos flexibles o cable de tipo AC sobre las cabinas cuando estén colocados de manera que queden fuera del alcance del aceite y sujetados firmemente

Excepción No. 3 Se permitirá cordones de servicio pesado y de servicio pesado menor de acuerdo con los requisitos del Artículo 400 (tabla 400-4), como conexiones flexibles entre el alambrado fijo sobre la cabina y los dispositivos sobre las puertas o entradas de la cabina. Los cordones de servicio pesado se permitirán solamente como conexiones flexibles para el dispositivo de operación del techo de la cabina o la luz de trabajo del techo de la cabina. Estos dispositivos o aparatos deben ponerse a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra que va junto con los conductores del circuito. Los cables conductores más pequeños, de otros tipos y grosores de aislamiento y forros, se permitirán como conexiones flexibles entre el alambrado fijo de la cabina y los dispositivos sobre las puertas y entradas si han sido certificados para tal uso.

Excepción No. 4 Los tubos metálicos flexibles o cables tipo AC, que no sobrepasen una longitud de 1,83 m se permitirán entre tableros de control y motores de máquinas, frenos de máquinas, grupos motor-generator y bombas, motores y válvulas. Los conductores podrán agruparse, derivarse y encintarse o atarse sin instalarse dentro de una canalización.

Tales grupos de cables estarán fijados a intervalos no mayores de 914 mm y colocados de manera que no sufran daño físico.

Excepción No. 5 El tubo metálico flexible de tamaño comercial de 09,6 mm, se permitirá en longitudes que no excedan 1,83 m.

Excepción No. 6 Los cordones de servicio pesado, de acuerdo con los requisitos del artículo 400 (tabla 400-4) se permitirán como conexiones flexibles en escaleras mecánicas o en paneles de control de pasillos móviles y en medios de desconexión cuando todo el panel de control y los medios de desconexión estén dispuestos para ser removidos de los espacios de las máquinas, como se permite en la Sección 620-72 *Excepción*.

Cuando los grupos motor-generator y los motores de máquinas o motores de bombas y válvulas estén ubicados adyacentes o debajo del equipo de control y tengan conductores terminales de longitud suficiente, aunque no mayor de 1,83 m, tales conductores terminales pueden extenderse para conectarse directamente a los bornes terminales del control, sin tener en cuenta los requisitos de capacidad de corriente de los Artículos 430 y 445. En los locales de máquinas de control se pueden utilizar canales auxiliares entre los controles, arrancadores y aparatos similares.

620-22 Alimentación del alumbrado de la cabina.

Debe proveerse un circuito derivado independiente para alimentar exclusivamente el alumbrado de la cabina y demás accesorios, exceptuando las unidades del aire acondicionado y calefacción que en su caso contenga la cabina las cuales deben alimentarse con otro circuito derivado independiente.

D. Instalación de conductores

620-31. Accesorios en las terminales de las canalizaciones. Los conductores deben cumplir con la sección 300-13(b). En lugares donde las canalizaciones vayan desde el piso y terminen en otro accesorio que no sea una cubierta para alambrado, deben extenderse al menos 0,15 m sobre el nivel del piso.

620-32. Ducto cuadrado. La sección 362-5 no se debe aplicar a ductos cuadrados. La

suma de las áreas de los conductores en un ducto cuadrado no debe ser mayor del 50 por ciento del área interior del ducto cuadrado.

Cuando se tenga ducto cuadrado instalado verticalmente debe ser soportado de manera segura a intervalos que no sean mayores de 5 m y no debe haber más de una unión entre soportes. Cuando se tengan ductos cuadrados contiguos se deben fijar ambos firmemente para asegurar un soporte rígido.

620-33. Número de conductores en canalizaciones. la suma de las áreas de los conductores de operación y control en canalizaciones, no debe exceder el 40 por ciento del área interior de la canalización

Excepción: En ductos cuadrados como lo permite la sección 620-32.

620-34 Soportes. Los soportes para cables ó canalizaciones en ascensores, o en montaplatos o en escaleras mecánicas o en pasillos móviles, deben ser asegurados firmemente al riel guía o al escalador o a la armadura móvil, o bien al acensor, escalera mecánica ó pasillo móvil

620-35. Canales auxiliares (alambrado a través de). Los canales auxiliares no deben ser sujetos a las restricciones de la sección 374-2 para el caso de la longitud o a la sección 374-5 para el número de conductores

620-36. Sistemas de tensión diferentes en canalizaciones o en cables viajeros. Se permite que los conductores para la operación, control, señalización, alumbrado y fuerza de circuitos de 600 V ó menos, viajen en la misma canalización ó cable si todos los conductores cuentan con aislamiento capaz de soportar la máxima tensión que cualquiera de los conductores transporta y si todas las partes vivas del equipo están aisladas de tierra para ésta máxima tensión. Se permite que en tal canalización o cable viajen conductores con cubierta y/o uno o más cables coaxiales, si todos los conductores cuentan con aislamiento capaz de soportar la máxima tensión que cualquiera de los conductores tiene. Se permite también que los conductores sean cubiertos con una protección adecuada para circuitos de telefonía, audio, video o comunicaciones de alta frecuencia

620-37. Alambrado en ascensores y cuartos de máquinas. Solamente las canalizaciones, cables o alambrado de instalación eléctrica usado directamente en la conexión de la cabina del elevador incluyendo el cableado para señalización, comunicación, alumbrado, calefacción, aire acondicionado y ventilación de la cabina, sistemas de detección y para iluminación y aire acondicionado del cubo del ascensor pueden estar dentro del cubo del ascensor y del cuarto de máquinas. Los alimentadores principales de fuerza para elevadores deben estar fuera del cubo de ascensor

Excepción No.1: Bajo condiciones especiales se permite que los alimentadores principales de fuerza para elevadores viajen dentro de cubos de ascensores ya existentes, siempre que no haya uniones entre dichos alimentadores dentro del cubo para ascensores

Excepción No.2 Se permite que los alimentadores principales de fuerza para ascensores, viajen dentro de cubos de ascensores con la maquina del motor (máquina y corona con tornillo sin fin)

620-38. Equipos eléctricos en garajes y locales similares.

Los equipos eléctricos y el alambrado usado para ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas y pasillos móviles en garajes deben cumplir con los requisitos del Artículo 511. Los equipos y el alambrado ubicados en la parte inferior de las plataformas para el desplazamiento de carros deben considerarse como ubicados en áreas peligrosas

620-39. Montacargas de acero.

Los montacargas de acero con puertas en las aceras, ubicados en el exterior del inmueble, deben tener todo el alambrado eléctrico en tubo de metal rígido, tubo de metal intermedio, tubo de metal flexible herméticos a los líquidos o tubo metálico eléctrico, todas las salidas eléctricas, disyuntores, cajas de empalme y sus accesorios, deben ser a prueba de intemperie.

E. Cables móviles

620-41. Suspensión de cables móviles.

Los cables móviles se suspenderán de la cabina y del extremo superior del hueco del ascensor de manera que se reduzcan al mínimo los esfuerzos aplicados a los conductores individuales de cobre. Los cables móviles deberán ser sostenidos por una de las siguientes formas

- 1) Por sus refuerzos de soportes de acero
- 2) Por medio de vueltas con el cable alrededor de los soportes para longitudes no soportadas de menos de 30 m
- 3) Suspendiéndolos con soportes que automáticamente se aprieten alrededor del cable, cuando la tensión mecánica es aumentada para longitudes no soportadas hasta de 61 m

620-42. Lugares (clasificados) peligrosos.

En lugares (clasificados) peligrosos los cables móviles deben ser de un tipo certificado para lugares (clasificados) peligrosos y deben observarse lo especificado en las Secciones 501-11, 502-12 o 503-10, según sea aplicable

620-43. Ubicación y protección de los cables.

Los soportes de los cables móviles se colocarán de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños debido a contactos de los cables con la construcción o equipo que esté en el interior del hueco del ascensor. Cuando sea necesario se instalarán los resguardos necesarios para proteger los cables contra daños

620-44. Instalación de cables móviles.

Se permitirá instalar el cable móvil sin usar canalización o tubo para una distancia que no exceda una longitud de 1.83 m medida desde el primer punto de soporte en la cabina del elevador (montacarga) o pared del ascensor, siempre que los conductores estén agrupados, protegidos con cinta (tape) o cordón o en revestimiento original

Se permitira que los cables móviles sean continuos hasta los paneles de control del elevador y hasta las conexiones de la cabina del elevador y del cuarto de máquinas, como alambrado fijo, siempre que sean adecuadamente sostenidos y protegidos contra daños

F. Medios de desconexión y control

620-51. Medios de desconexión.

Los ascensores montaplatos, escaleras mecánicas y pasillos móviles, tendrán un medio individual para desconectar de cada unidad todos los conductores activos de la instalación

Cuando las máquinas de accionamiento múltiple estén conectadas a un elevador individual, escalera mecánica pasillo móvil o una bomba debe existir un medio de desconexión que desconecte el motor y los imanes de la válvula de control. Cuando haya más de una máquina de accionamiento en un cuarto de máquinas los medios de desconexión deben estar numerados para que correspondan al número de máquinas de accionamiento que controlan

- (a) Tipo. El medio de desconexión debe ser un desconectador termomagnético o de fusibles

que pueda ser operado externamente y que pueda asegurarse en la posición de abierto. El medio de desconexión no debe ser abierto o cerrado desde fuera del cubo del ascensor, cuarto de máquinas o espacios para máquinas.

Los fusibles o interruptores termomagnéticos usados como medios de desconexión deben tener una coordinación de protecciones selectiva con todos los demás dispositivos contra sobrecorriente del lado del suministro.

(b) Ubicación. Los medios de desconexión deben ubicarse en un sitio fácilmente accesible al personal autorizado.

- 1) En ascensores sin control de campo del generador, se deberá colocar el medio de desconexión a la vista del convertidor de energía o del arrancador del motor. Cuando el medio de desconexión no se encuentre a la vista de la máquina elevadora o panel de control, deberá instalarse un interruptor adicional, manual, adyacente al equipo de control remoto, conectado al circuito de control para prevenir el arranque.
- 2) En ascensores con control de campo del generador, el medio de desconexión deberá instalarse en un lugar visible desde el arrancador del motor que impulsa el conjunto motor-generador. En caso de que el medio de desconexión no se encuentre a la vista desde la máquina elevadora del panel de control o del conjunto motor-generador, deberá conectarse en el circuito de control un medio de desconexión adicional, manual, en lugar adyacente al equipo de control remoto, para evitar el arranque.
- 3) En ascensores y pasillos móviles, los medios de desconexión se instalarán en el espacio donde esté ubicado el controlador.

620-52. Energía desde más de una fuente

(a) Instalaciones en cabinas individuales y múltiples. En las instalaciones de cabinas individuales y múltiples, el equipo que recibe energía de más de una fuente, deberá estar provisto de un medio de desconexión para cada fuente de energía eléctrica, a la vista del equipo alimentado.

(b) Señal de precaución para medios de desconexión múltiple. Cuando se usen medios de desconexión múltiple y partes del panel de control permanezcan energizadas de una fuente que no sea la que está desconectada, una señal de precaución se montará sobre o adyacente al medio de desconexión. La señal será claramente legible y deberá decir:

"Precaución ____ Partes del panel de control no son desconectadas por este interruptor".

(c) Interconexión de los paneles de control de cabinas múltiples. Cuando existan interconexiones entre los paneles de control para el funcionamiento del sistema en instalaciones de cabinas múltiples que permanecen energizadas de una fuente que no sea la que está desconectada, se montará una señal de precaución sobre o adyacente al medio de desconexión, de acuerdo con la Sección 620-52 (b).

620-53. Medios de desconexión de la iluminación del elevador y sus accesorios.

Los elevadores deben tener medios para desconectar todos los conductores activos que alimentan el alumbrado de la cabina y demás accesorios de cada unidad. Donde hay equipo para más de un elevador en el cuarto de máquinas, los medios de desconexión deben ser numerados y corresponder al número del elevador cuya fuente de iluminación ellos controlan.

Los medios de desconexión deben estar dispuestos de tal manera que queden asegurados en la posición de abierto y deben localizarse en el cuarto de máquinas del elevador.

620-54. Medios de desconexión para calefacción y aire acondicionado.

Los elevadores deben tener un sistema o medio sencillo de desconexión para todos los conductores no aterrizados que alimenten el sistema de calefacción y el aire acondicionado de

cada elevador.

Donde hay más de un equipo para más de un carro en el cuarto de máquinas, los medios de desconexión deben ser numerados y corresponder al número del elevador cuya fuente de calefacción y aire acondicionado sea controlado por estos. Los medios de desconexión deben estar colocados de tal forma que queden asegurados en la posición de abierto y localizarse en el cuarto de máquinas para ese elevador.

620-61. Protección contra sobrecorriente.

La protección contra sobrecorriente será prevista como se indica a continuación

(a) **Circuitos de funcionamiento y de control.** Los circuitos de funcionamiento, de control y de señalización deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con la Sección 725-12

(b) Motores

- 1) Los motores que accionan ascensores, montaplatos y los de los grupos motor-generador utilizados con control de campo del generador, deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con la Sección 430-33, y se clasificarán como de servicio intermitente
- 2) Los motores que accionen las máquinas de las escaleras mecánicas y de pasillos móviles deben estar protegidos contra sobrecorriente conforme a la Sección 430-32 y se clasificarán como de servicio continuo.
- 3) Los motores que accionen las máquinas de las escaleras mecánicas y de pasillos móviles y los motores de accionamiento de los grupos motor-generador, deben protegerse contra sobrecorriente de acuerdo con la tabla 430-37.

H. Sala de máquinas

620-71. Resguardo del equipo.

Las máquinas que accionen ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas y pasillos móviles, grupos motor-generador, controles del motor y medios de desconexión, se instalarán en una sala o recinto construido expresamente para este uso. La sala o recinto estará resguardado para evitar el acceso de personas no autorizadas

Excepción Los controles del motor de montaplatos, escaleras mecánicas o pasillos móviles se pueden instalar fuera del lugar indicado anteriormente, siempre que estén encerrados en gabinetes o compuertas con paneles desmontables capaces de ser asegurados en la posición de cerrado, y cuando los medios de desconexión estén colocados adyacentes al control del motor. Tales gabinetes pueden ser montados en las barandas laterales, lejos de los escalones móviles o de la plataforma rogante

620-72. Espacio libre o de trabajo alrededor de los tableros de control.

Alrededor de los tableros de control y medios de desconexión se dejará un espacio libre o de trabajo para proporcionar el acceso necesario para el mantenimiento y ajuste de todas las partes vivas del equipo. El espacio mínimo de trabajo alrededor de las partes vivas en los tableros de control y medios de desconexión no será menor que el indicado en la Sección 110-16.

Excepción Cuando el tablero de control y el medio de desconexión de ascensores o pasillos móviles se encuentren instalados en el mismo lugar que las máquinas motrices y no se consideren los espacios indicados en la Sección 110-16, los mismos pueden omitirse cuando el tablero completo y el medio de desconexión estén dispuestos de forma que puedan ser sacados fácilmente del lugar de la máquina, y estén provistos de terminales flexibles en todas las conexiones externas

Cuando los tableros de control no estén instalados en el mismo lugar que las máquinas motrices, deben montarse en gabinetes con puertas o tabiques removibles que puedan

bloquearse en la posición de cerrado. Dichos gabinetes se pueden instalar en la baranda del lado de afuera de los escalones móviles o carril móvil.

J. Puesta a tierra.

620-81. Canalizaciones metálicas fijadas a las cabinas.

Las canalizaciones metálicas, los cables tipo MC, MI o AC, fijados a las cabinas de ascensores deben estar conectados a las partes metálicas puestas a tierra de la cabina con las que hagan contacto.

620-82. Ascensores eléctricos.

En los ascensores eléctricos los armazones de todos los motores, máquinas elevadoras, controles y cubiertas metálicas de todos los dispositivos eléctricos por dentro o por fuera de la cabina o en el hueco del ascensor, deben ser puestos a tierra de acuerdo con el artículo 250.

620-83. Ascensores no eléctricos.

En los ascensores no eléctricos, cuando cualquier conductor esté fijado a la cabina, el marco metálico de la cabina, que es normalmente accesible a personas, deben ser puesto a tierra de acuerdo con el artículo 250.

620-84. Escaleras, andadores móviles, rampas para sillas de ruedas, rampas para escalera.

Las escaleras, andadores móviles, rampas para sillas de ruedas, rampas para escalera deben cumplir con el Artículo 250.

620-85. Interruptor de protección contra falla a tierra para el personal.

Todos los contactos de 125 V, para una fase, de 15 y 20 A, en cuartos de maquinas o de maquinaria, fosas y elevadoras de autos deben tener su interruptor de protección del circuito para fallas a tierra.

K. Sobrevelocidad

620-91. Protección contra la sobrevelocidad en ascensores.

Bajo las condiciones de revisión de carga será previsto un medio de desconexión en la alimentación en el lado de carga del ascensor para prevenir que el ascensor alcance una velocidad igual a la velocidad del gobernador o una velocidad que exceda el 125% de la velocidad nominal, la que sea menor. Las condiciones de revisión de carga deben incluir todas las cargas hasta la carga nominal del elevador para elevadores de carga y todas las cargas hasta un 125% de la carga nominal del elevador para elevadores de pasajeros.

620-92. Dispositivo limitador de velocidad del grupo motor-generador.

Los grupos motor-generador accionados por motores de corriente continua y utilizados para el funcionamiento en corriente continua de los motores de los ascensores, estarán provistos de dispositivos limitadores de velocidad como exige la Sección 430-89 c), para impedir que el ascensor alcance en cualquier momento una velocidad mayor del 125% de su velocidad nominal.

620-101. Fuerza de emergencia.

Un ascensor puede ser alimentado por un sistema eléctrico de emergencia cuando la instalación de emergencia cumpla con la Sección 620-91.

Excepción. Cuando el sistema de emergencia este diseñado para accionar un solo ascensor a la vez, el medio destinado a absorber la energía regenerada por el ascensor, si es requerido, podrá colocarse del lado de la alimentación de los medios de desconexión, siempre que los

demás requisitos de la Sección 620-91 se cumplan cuando se hace funcionar cualquiera de los ascensores que el sistema pueda alimentar

- a Otras cargas del inmueble, tales como fuerza y alumbrado, que puedan ser alimentadas por el sistema de emergencia, no deben considerarse como medio para absorber la energía regenerada en lo que respecta al cumplimiento de la Sección 620-91, a menos que estas cargas estén alimentadas a su plena capacidad por el sistema de emergencia cuando el sistema se activa
- b El medio de desconexión previsto en la Sección 620-51 debe desconectar tanto el sistema de emergencia como el sistema normal de alimentación.

ARTICULO 630 - SOLDADORAS ELECTRICAS

A. Disposiciones Generales

630-1. Alcance.

Este artículo contempla a las soldadoras por arco, eléctrico, soldadoras por resistencia y otros equipos de soldadura similares que son conectados a una fuente de energía eléctrica

B. Soldadoras de arco tipo transformador c.a. y rectificador c.d.

630-11. Capacidad de los conductores de entrada.

La capacidad de corriente de los conductores de entrada a las soldadoras de arco tipo transformador c a y rectificador c d debe ser como sigue

(a) **Soldadoras individuales.** La capacidad de los conductores de entrada no debe ser menor que el valor resultante de multiplicar el valor de la corriente en amperes, dado en la placa de datos de la soldadora, por el siguiente factor, basado en el ciclo de trabajo de la soldadora

Ciclo de trabajo

Por ciento (%)	100	90	80	70	60	50	40	30	20
Factor	1.00	0.95	0.89	0.84	0.78	0.71	0.63	0.55	0.45

Para soldadoras que tengan un tiempo determinado de una hora, el factor de multiplicación debe ser 0.75

(b) **Grupo de soldadoras.** La capacidad de los conductores que alimentan a un grupo de soldadoras se permitira ser menor que la suma de las corrientes como se determinó en el inciso (a) El conductor debe ser determinado en cada caso de acuerdo a la carga de la soldadora, basada en el uso de cada soldadora y la duración del evento de todas las soldadoras, alimentadas por los conductores que no estarán en uso al mismo tiempo. El valor de cada carga usada para cada soldadora debe tomar en cuenta ambas magnitudes y la duración de la carga mientras la soldadora esta en uso

Nota: Se determinara el conductor basado en el 100% de la corriente como se determinó en el inciso (a) de las dos soldadoras de mayor capacidad el 85% de la tercer soldadora más grande el 70% para la cuarta mas grande y el 60% para todas las soldadoras restantes, pueden ser sumadas para proporcionar un amplio margen de seguridad bajo condiciones de la alta producción con respecto a la temperatura máxima permisible de los conductores. Los valores de porcentajes mas bajos que los que se dan son permitidos en casos donde el trabajo es un alto ciclo de trabajo donde es imposible usar soldadoras individuales

630-12. Protección de sobrecorriente.

La protección de sobrecorriente para soldadoras de arco tipo transformador c a y rectificador

c.d., debe ser abajo de lo que se determinó en (a) y (b) Donde se usa un dispositivo de corriente por abajo del valor especificado en esta Sección o donde la determinación de la corriente o la especificada resulte en una operación innecesaria del dispositivo de sobrecorriente, la siguiente norma fija lo que debe ser permitido.

(a) **Para soldadoras.** Cada soldadora debe tener protección de sobrecorriente exacto o uno fijo que no sea mayor del 200% de la corriente primaria de la soldadora.

Excepción. No se requiere dispositivo de sobrecorriente para soldadoras que tengan sus conductores de alimentación protegidos por un dispositivo de sobrecorriente exacto o fijo de no más de 200% de la corriente primaria de la soldadora.

(b) **Para conductores.** Los conductores que alimenten uno o más soldadoras deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente, exacto o fijo de no más de 200% del rango del conductor

630-13. Medios de desconexión.

Un medio de desconexión debe suministrarse en el circuito de alimentación de cada soldadora de arco tipo transformador C.A. y rectificador C.D. que no esté equipada con un desconectador montado como una parte integral de la soldadora

Los medios de desconexión deben ser un interruptor o un circuito breaker y su rango no debe ser menor que el necesario de acuerdo a lo especificado en la Sección 630-12.

630-14. Marcado.

Una placa de datos debe suministrarse en las soldadoras de arco tipo transformador C.A. y rectificador C.D. que contenga la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, número de fases, tensión primaria, corriente primaria, máxima tensión de circuito abierto, corriente secundaria, ciclo de trabajo o tiempo determinado.

C. Soldadoras de arco tipo motor-generador

630-21. Capacidad de los conductores de entrada.

La capacidad de los conductores de entrada a las soldadoras de arco tipo motor-generador, debe ser como sigue

(a) **Soldadoras individuales.** La capacidad de los conductores de entrada no debe ser menor que el valor de la corriente resultante de multiplicar el valor de la corriente en amperes, dado en la placa de datos de la soldadora por el siguiente factor basado en el ciclo de trabajo de la soldadora

Ciclo de trabajo

Por ciento (%)	100	90	80	70	60	50	40	30	20
Factor	1.00	0.96	0.91	0.86	0.81	0.75	0.69	0.62	0.55

Para soldadora que tenga un tiempo determinado de una hora, el factor de multiplicación debe ser 0.80

(b) **Grupo de soldadoras.** La capacidad de los conductores que alimentan a un grupo de soldadoras se permitira ser menor que la suma de las corrientes, como se determinó en el inciso (a) anterior. El conductor debe ser determinado en cada caso de acuerdo a la carga de la soldadora, basada en el uso de cada soldadora y la duración del evento de todas las soldadoras, alimentadas por los conductores que no estarán en uso al mismo tiempo. El valor de la carga usada para cada soldadora debe tomar en cuenta ambas magnitudes y la duración de la carga mientras la soldadora esta en uso

Nota: Se determinara el conductor basado en el 100% de la corriente como se determinó en el inciso (a) de las dos soldadoras de mayor capacidad, el 85% de la tercer soldadora más grande, el 70% para la cuarta mas grande, y el 60% para todas las soldadoras restantes,

pueden ser sumadas para proporcionar un amplio margen de seguridad bajo condiciones de alta producción con respecto a la temperatura máxima permisible de los conductores. Los valores de porcentajes más bajos que los que se dan son permitidos en casos donde el trabajo es con un alto ciclo de trabajo donde es imposible usar soldadoras individuales

630-22. Protección sobrecorriente.

La protección de sobrecorriente para soldadoras de arco tipo motor generador, debe ser abajo de lo que se determinó en (a) y en (b) donde se usa un dispositivo de sobrecorriente por abajo del valor especificado en esta Sección o donde la determinación de la corriente o la especificada resulte en una operación innecesaria del dispositivo de sobrecorriente, la siguiente norma fija lo que debe ser permitido

(a) **Para soldadoras.** Cada soldadora debe tener protección de sobrecorriente exacto o uno fijo que no sea mayor del 200% de la corriente primaria de la soldadora.

Excepción No se requiere dispositivo de sobrecorriente para soldadoras que tengan sus conductores de alimentación protegidos por un dispositivo de sobrecorriente, exacto o uno fijo que no sea mayor del 200% de la corriente primaria de la soldadora.

(b) **Para conductores.** Los conductores que alimentan una o más soldadoras deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente, exacto o fijo de no más del 200% del rango del conductor

630-23. Medios de desconexión.

Un medio de desconexión debe suministrarse en el circuito de alimentación de cada soldadora de arco tipo motor generador

Los medios de desconexión deben ser un circuito breaker o un interruptor en el circuito motor y su rango no debe ser mejor que el necesario de acuerdo a lo especificado en la Sección 630-22

630-24. Marcado

Una placa de datos debe suministrarse en las soldadoras de arco tipo motor generador que contenga la siguiente información: nombre del fabricante, rango de frecuencia, número de fases, tensión de entrada, corriente de entrada, máxima tensión de circuito abierto, rango de corriente de salida, ciclo de trabajo o tiempo determinado

D. Soldadoras por resistencia

630-31. Capacidad de los conductores de entrada.

La capacidad de los conductores de entrada a las soldadoras por resistencia, necesario para limitar la salida de tensión a un valor permisible para el funcionamiento satisfactorio de la soldadora es usualmente más grande que el requerido para prevenir sobrecalentamientos como se indica en a) y en b)

(a) **Soldadoras individuales.** El rango de capacidad para los conductores de entrada de las soldadoras individuales deberá cumplir con lo siguiente

- 1) La capacidad de los conductores de entrada para una soldadora que puede ser operada a diferentes tiempos a diferentes valores de corriente primaria o ciclo de trabajo no debe ser menor del 70% de la corriente primaria para la junta en soldadoras de alimentación automática y 50% de la corriente primaria para soldadoras de operación manual
- 2) La capacidad de los conductores de entrada para una soldadora para una operación específica de la cual la corriente primaria y el ciclo de trabajo son conocidos y permanecen sin cambio no debe ser menor que el producto de la corriente primaria y un factor dado en la siguiente tabla para el ciclo de trabajo al cual será operada la

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

soldadora.

Ciclo de trabajo

Por ciento (%)	50	40	30	25	20	15	10	7,5	5,0
Factor	0,71	0,63	0,55	0,50	0,45	0,39	0,32	0,27	0,22

(b) **Grupo de soldadoras.** La capacidad de los conductores que alimentan dos o más soldadoras no debe ser menor que la suma del valor obtenido de acuerdo al punto (a) anterior para la soldadora más grande y el 60% del valor obtenido para todas las demás soldadoras.

Nota: Explicación de términos.

(1) La corriente nominal del primario resulta de dividir los kVA nominales multiplicados por 1 000 entre el tensión nominal, usando los valores dados en la placa de datos.

(2) La corriente primaria real es la corriente proporcionada desde el circuito de suministro durante cada operación de soldadura en el tap de calor particular y el control usado fijo

(3) El ciclo de trabajo es el porcentaje de tiempo durante el cual la soldadora está bajo carga. Por ejemplo, una soldadora de puntos, alimentada con un sistema de 60 Hz (216.000 ciclos por hora), haciendo 415 ciclos de soldadura por hora, tendría un ciclo de trabajo de 2,8% (400 multiplicado por 15 dividido entre 216 000 y multiplicado por 100) Una junta de soldadura operando 2 ciclos dentro y 2 ciclos fuera, tendrá un ciclo de trabajo de 50%

630-32. Protección de sobrecorriente.

La protección de sobrecorriente para soldadoras por resistencia debe ser algo de lo que se determinó en (a) y (b) donde se usa un dispositivo de sobrecorriente por abajo del valor especificado en esta Sección o donde la determinación de la corriente o la especificada resulte en una operación innecesaria, de el dispositivo de sobrecorriente, la siguiente norma fija lo que debe ser permitido

(a) **Para soldadoras.** Cada soldadora debe tener protección de sobrecorriente exacto o uno fijo que no sea mayor de 300% de la corriente primaria de la soldadora

Excepción No se requiere dispositivo de sobrecorriente para una soldadora que tenga circuito de protección por medio de un dispositivo de sobrecorriente exacto o uno fijo a no más del 300% de la corriente nominal de la soldadora.

(b) **Para conductores.** Los conductores que alimentan una o más soldadoras, deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente exacto o fijo de no más del 300% del rango del conductor

630-33. Medios de desconexión.

Un interruptor o circuito breaker debe ser proporcionado por medio del cual cada soldadora por resistencia y su equipo de control puedan ser desconectados desde el circuito de alimentación. El rango de corriente de este medio de desconexión no debe ser menor que la capacidad del conductor determinada de acuerdo con la Sección 630-31

El interruptor del circuito de alimentación debe permitir la desconexión de la soldadora donde el circuito alimenta solamente una soldadora

630-34. Marcado.

Una placa de datos debe ser suministrada para cada soldadora por resistencia conteniendo la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, tensión nominal y kVA nominales al 50% de ciclo de trabajo, máximo y mínima tensión de circuito abierto, corriente secundaria a corto circuito a máxima tensión secundaria y la abertura de los electrodos (brazos).

E. Cable de Soldadora.

630-41. Conductores.

El aislamiento de los conductores instalados para usarse en el circuito secundario de las

soldadoras eléctricas debe ser resistente a la flama

630-42. Instalación.

Los cables deberán permitirse ser instalados en un ducto apropiado:

(a) **Soporte del cable.** El ducto para cable deberá tener soportes a intervalos no mayores de 152 mm

(b) **Separar de fuego y productos de combustión.** La instalación deberá ser de acuerdo con la Sección 300-21

(c) **Señales.** Una señal permanente debe estar en el ducto de cables a intervalos no mayores de 6,1 m. La señal deberá decir "Ducto de cables para cables de soldadura solamente"

ARTICULO 640 - GRABADORAS DE SONIDO Y EQUIPOS SIMILARES

640-1. Alcance.

Este artículo abarca el equipo y el alambrado utilizado para la grabación y reproducción del sonido, distribución centralizada de sonido, instalaciones públicas de altavoces, entradas a sistemas de micrófonos o audifonos y órganos electrónicos

640-2. Aplicación de otros artículos.

(a) **Alambrado a dispositivos y entre ellos.** El alambrado y el equipo es de la fuente de suministro eléctrico a los dispositivos y entre estos dispositivos conectados a sistemas de alambrado interior, cumplirán con los requisitos de los Capítulos 1 a 4, excepto cuando estén modificados por esta Sección.

(b) **Alambrado y equipo.** El alambrado y equipo para sistemas públicos de altavoces, de entradas a micrófonos y audifonos, de radiofrecuencia, de audiofrecuencia y para equipos de amplificación asociados con estaciones radio-receptoras en sistemas de distribución centralizados cumplirán con el Artículo 725

640-3. Número de conductores en un conduit.

El número de conductores en un conduit cumplirá con lo indicado en las tablas 3A, 3B, 3C, 5 y 8 del Capítulo 10

Excepción No. 1 Se permite la instalación de dos cables de dos conductores con cubierta de plomo en conduit o tubing de 18 mm, siempre que la sección transversal de cada cable no sea mayor de 0,7 cm².

Excepción No. 2 Se permite la instalación de dos cables de dos conductores con cubierta de plomo de sección transversal nominal No 19 en conduit de 13 mm, siempre que la suma de la sección transversal de los cables no sea mayor que el 32% de la sección transversal interna del tubo conduit

640-4. Ductos metálicos con tapa y ductos auxiliares.

Los ductos metálicos con tapa y ductos auxiliares cumplirán con los requisitos del artículo 362 y los canales auxiliares con el Artículo 374

Excepción Cuando se utilicen para la grabación y reproducción de sonidos deberán cumplir con lo siguiente

- a Los conductores en ductos metálicos con tapa y ductos auxiliares no llenarán la canalización a más del 75% de su profundidad
- b Cuando la tapa de los ductos auxiliares este a ras con el piso y este expuesta a objetos

pesados en movimiento, será de acero con un espesor no menor de 6.35 mm. Cuando la tapa no esté expuesta a objetos pesados en movimiento, como en la parte posterior de tableros de equipo, tendrá un espesor de por lo menos 3.4 mm (No. 10 MSG)⁽⁸⁾).

- c Los ductos metálicos con tapa y ductos auxiliares pueden ser instalados ocultos siempre que estén colocados en línea recta entre salidas a cajas de empalme. Las tapas de las cajas deben ser accesibles. Los bordes metálicos en las cajas de salida o empalme deberán ser redondeados y todas las protuberancias ásperas alisadas para evitar la abrasión del aislante o conductores.
- d Los ductos metálicos con tapa y ductos auxiliares se pondrán a tierra de acuerdo con los requisitos del Artículo 250. Cuando los ductos y los ductos auxiliares no contengan conductores de alimentación, el conductor de puesta a tierra no necesita ser mayor de la sección transversal nominal No 14 de cobre o su equivalente. Cuando los ductos metálicos con tapa y ductos auxiliares contengan conductores de alimentación, la sección transversal nominal del conductor de puesta a tierra no será menor que el exigido en la Sección 250-95.

640-5. Conductores.

Los circuitos de salida de amplificadores que transporten señales de audiofrecuencia de 70 V o menos y cuya tensión en circuito abierto no sea mayor de 100 V, pueden utilizar el alambrado clase 2 o 3 como señala en artículo 725.

Nota: Lo anterior está basado en amplificadores cuya tensión en circuito abierto no es mayor de 100 V, cuando son excitados por una señal de cualquier frecuencia de 60 a 100 cps. suficiente para producir su salida de régimen (70 V) para su carga nominal. Esto admite el hecho de que el programa medio es de 12 decibeles por debajo del régimen del amplificador, y por tanto, la tensión eficaz en un circuito abierto de 70 V de salida, sería solamente de 25 V.

640-6. Agrupamiento de los conductores.

Los conductores de diferentes sistemas agrupados en la misma canalización u otra cubierta o en cables o cordones portátiles cumplan con los requisitos de a) hasta c) siguientes:

(a) **Conductores de suministro de energía.** Los conductores de suministro de energía estarán debidamente identificados y se utilizarán solamente para alimentar el equipo al cual los otros conductores están conectados.

(b) **Terminales a un motor-generator o conductor rotatorio.** Las terminales de entrada de un motor-generator o convertidor rotario se instalarán separados de las terminales de salida.

(c) **Aislante de los conductores.** Los conductores se aislarán individual o en grupos, con un aislante por lo menos equivalente a los conductores de alimentación y otros conductores.

Excepción. Cuando los conductores de alimentación y otros conductores estén separados por una cubierta de plomo u otra cubierta metálica continua.

640-7. Cordones flexibles

Los cables y cordones flexibles serán de los tipos S, SJ, ST, SJC, SJT u otros tipos certificados. Los conductores de los cordones flexibles que no sean conductores de alimentación pueden ser de un sección transversal nominal no menor de 0.1288 mm² (No 26 AWG), siempre que dichos conductores no estén conectados directamente a los conductores de alimentación y estén equipados con medios de limitación de corriente de manera que la potencia máxima no sea mayor de 150 W, en ninguna condición.

640-8. Terminales.

Las terminales se marcarán para mostrar sus propias conexiones. Las terminales que no

sean los de alimentación estarán separados de las terminales de alimentación por una distancia por lo menos tan grande como la separación entre las terminales de alimentación de polaridad opuesta.

640-9. Baterías.

Las baterías cumplirán con a) y b) siguientes:

(a) **Instalación.** Las baterías se instalarán de acuerdo con el Artículo 480.

(b) **Aislante de los conductores.** Las terminales para baterías estarán aislados con goma o termoplásticos.

640-10. Circuito de protección contra sobrecorriente.

La protección contra sobrecorriente se efectuará como sigue:

(a) **Calentador o filamento (cátodo)** Los circuitos del calentador o filamento (cátodo) de un tubo eléctrico, tendrán protección contra sobrecorrientes no mayor de 15 A cuando sean alimentados por un circuito derivado de alumbrado o por una batería cuya capacidad sea mayor de 20 Ah

(b) **Placa (ánodo-positivo)** Los circuitos de placa (ánodo-positivo) y para la rejilla pantalla de un tubo eléctrico, tendrán protección contra sobrecorriente no mayor de 1.0 A

(c) **Rejilla de control.** Los circuitos de la rejilla de control de un tubo eléctrico tendrán protección contra sobrecorriente no mayor de 1.0 A, cuando sean alimentado por circuitos derivados de alumbrado o por baterías cuya capacidad sea mayor de 20 Ah

(d) **Localización.** Los dispositivos contra sobrecorriente estarán colocados tan cerca como sea posible de la fuente de alimentación

640-11. Tipo de amplificadores y rectificadores.

(a) **Tipo certificado.** Los amplificadores y rectificadores estarán cubiertos adecuadamente y serán de un tipo certificado

(b) **Fácil acceso.** Los amplificadores y rectificadores se ubicaran de manera que sean fácilmente accesibles

(c) **Ventilación.** Los amplificadores y rectificadores se ubicarán de manera que tengan suficiente ventilación para evitar un aumento excesivo de temperatura dentro de la cubierta

640-12. Lugares (clasificados) peligrosos.

El equipo utilizado en lugares (clasificados) peligrosos cumplirá con las disposiciones del artículo 500

640-13. Protección contra daños materiales.

Los amplificadores, rectificadores, altavoces y otros equipos, estarán ubicados o serán protegidos de manera que estén resguardados contra daños materiales tales como los que pudieran resultar de incendios o daños provocados por personas

ARTICULO 645 EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Y

COMPUTO ELECTRONICO.

645-1. Alcance.

Este artículo abarca los equipos, alambrado de alimentación, alambrado de interconexión de equipos y puestas a tierra de los sistemas y equipos de procesamiento de datos por

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

computadora electrónica, incluyendo sistemas y equipos de procesamiento de datos por computadora electrónica usados como unidad terminal en una sala de computo.

645-2. Requerimientos especiales para áreas de equipos de procesamiento de datos y cómputo electrónico.

Este artículo se aplicará considerando que las condiciones siguientes se cumplen:

- (1) Se han provisto medios de desconexión de acuerdo con la sección 645-10.
- (2) Un sistema separado de calefacción, ventilación o aire acondicionado instalado para uso en el área del equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico, separado de otras áreas, puede servir al recinto de equipos de procesamiento de datos y cómputo electrónico, si las compuertas contra humo o fuego están en el punto de penetración del límite de cuarto, tales compuertas deberán operar con la activación de los detectores de humo y también por la operación de los medios de desconexión requeridos por la sección 645-10
- (3) Equipo "en registro" para procesamiento de datos y cómputo electrónico se ha instalado
- (4) Area únicamente ocupada por el personal necesario para el mantenimiento y operación funcional del equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico.

Nota: El recinto de cómputo no debe ser usado para el almacenamiento de combustibles, excepto de los necesarios para la operación del equipo de un día para otro

- (5) El recinto de cómputo estará separado de las otras áreas por paredes, pisos y cielos, clasificados como resistentes al fuego y con aberturas protegidas
- (6) La construcción del edificio, recintos o áreas de ocupación, cumplen con lo aplicable del Reglamento de Construcción de la localidad.

645-5. Circuitos de alimentación y cables de interconexión.

(a) **Conductores de circuitos derivados.** Los conductores derivados que alimenten a una o más unidades de un sistema de procesamiento de datos, tendrán una capacidad no menor del 125% del total de la carga conectada

(b) **Clavijas de conexión.** El sistema de procesamiento de datos se permitirá que esté conectado a un circuito derivado por uno de los siguientes medios "aprobados" para ese propósito

- (1) Clavija de computador o procesador de datos con enchufe
- (2) Cordon flexible y enchufe
- (3) Juego de conjunto de cordones. Cuando se instalen sobre la superficie del suelo, deben ser de tipo protegido contra daño físico

(c) **Cables de interconexión.** Las unidades separadas de procesamiento de datos se permitirá que sean interconectadas por medio de cables y conjunto de cables "certificado" para ese propósito. Cuando se instalen sobre la superficie del suelo, deberán ser de tipo protegido contra daño físico

(d) **Por debajo de pisos falsos.** Los cables de fuerza, cables de comunicaciones, cables de conexión, cables de interconexión y contactos asociados con el equipo de procesamiento de datos, serán permitidos debajo de pisos falsos cuando

- (1) El piso falso es de una construcción adecuada y el área bajo el piso es accesible.
- (2) Los conductores de circuitos derivados que alimentan contactos o equipo alambrado en sitio están en tubería rígida metálica de pared delgada, de pared gruesa, ducto metálico charolas, canalización metálica de superficie con tapa metálica, tubería flexible metálica, tubo metálico o no metálico flexible hermético a los líquidos, cable con revestimiento metálico, cable con cubierta metálica, o cable tipo AC. Estos conductores

de alimentación deberán estar instalados de acuerdo con los requerimientos del Artículo 300.

- (3) La ventilación debajo de los pisos falsos se utiliza únicamente para el equipo de procesamiento de datos y para el área de cómputo
- (4) Las aberturas para cables en los pisos falsos protegen los cables contra abrasiones y minimizan la entrada de basuras debajo del piso
- (5) Otros cables que no están comprendidos en el inciso (2) anterior serán de tipo DP certificado como resistente al fuego, adecuado para usarse bajo piso falso en salas de cómputo

Excepción No.1 Cuando los cables de interconexión están instalados en tubo conduit o en charola.

Excepción No.3 Otros cables certificados que satisfacen los requerimientos anteriores son los tipo TC (Art. 340), Tipo CL2, CL3 y PLTC (Art. 725), Tipo FPL (Art. 760), Tipo OFC y OFN (Art. 770); Tipo CM y MP (Art. 800), Tipo CATV (Art. 820). A estas designaciones se les permitirá agregárseles las letras P o R

Nota: Un método para determinar si es resistente al fuego es estableciendo que propague el fuego a la parte superior de la charola, en la "Prueba de flama en charola vertical"

(e) **Fijación en sitio.** Los cables de potencia, cables de comunicaciones, cables de conexión, cables de interconexión, y cajas, conectores, enchufes y tomas asociados como parte de o para equipo de procesamiento de datos y computo electrónico, no requerirán ser fijados en sitio

645-6. Cables fuera de área de cómputo.

Los cables que se extiendan más allá del área de cómputo estarán sujetos a los requerimientos aplicables de esta Norma

Nota: Para circuitos de señalización, referirse al artículo 725, para circuitos de fibra óptica, referirse al artículo 770, y para circuitos de comunicaciones, referirse al artículo 800. Para sistemas de señalización de protección contra el fuego referirse al artículo 760

645-7. Penetraciones.

Las penetraciones del límite de protección de resistencia al fuego del recinto estarán de acuerdo con la sección 300-21

645-10. Medios de desconexión

Se provea un medio de desconexión de suministro de energía a todo el equipo eléctrico, en la sala de cómputo electrónico. Debera también haber un medio similar para desconectar el suministro de energía a todo el sistema de aire acondicionado dedicado para servir el área y causar que todas las compuertas contra humo y fuego se cierren. Estos medios de desconexión deberán estar agrupados e identificados y deberán ser controlados desde un sitio fácilmente accesible en las principales puertas de salida. Se permite un medio único que controle ambos, el sistema de equipo electrónico y el sistema de aire acondicionado

Excepción Instalaciones que califiquen bajo lo previsto en el artículo 685

645-11. Fuentes ininterrumpibles de potencia (FIP) (UPS en Inglés).

Los sistemas FIP instalados dentro de áreas de procesamiento de datos y cómputo electrónico y sus circuitos de alimentación y de salidas, deberán cumplir con la sección 645-10. Los medios de desconexión deberán también desconectar la batería de su carga

Excepción No.1 Instalaciones que clasifiquen bajo lo previsto en el artículo 685

Excepción No.2 Los medios de desconexión que cumplen con la sección 645-10 no se requieren para fuentes de poder capaces de suministrar 750 VA ó menos, derivados de un

equipo UPS o de circuitos de baterías integrados a un equipo electrónico. Se debe tomar en cuenta que todos los requisitos de la sección 645-11 se deben cumplir.

645-15. Puesta a tierra.

Todas las partes metálicas expuestas, que no transporten corriente, de un sistema de procesamiento de datos y cómputo electrónico, deberán estar conectados a tierra de acuerdo con el artículo 250 o ser de doble aislamiento.

Los juegos de cables y contactos o sistema de suministro de potencia certificadas que alimentan equipo de cómputo y son suministradas como parte de ese equipo, no serán considerados separadamente para propósito de aplicación de la sección 250-5(d).

Nota 1: El equipo certificado proporciona la conexión a tierra requeridos de acuerdo con la intención del artículo 250.

Nota 2: Cuando se usan contactos del tipo de tierra aislada véase la sección 250-74
Excepción No 4

645-16. Identificación.

Cada unidad de un sistema de procesamiento de datos que vaya a ser alimentado por un circuito derivado estará provista de una placa de características con el nombre del fabricante, la capacidad en volts, la frecuencia de funcionamiento y la carga total en amperes.

ARTICULO 650 - ORGANOS TUBULARES

650-1. Alcance.

Esta Sección abarca aquellos circuitos eléctricos y partes que operan electricamente organos tubulares y que son empleados para controlar los aparatos de sonido y teclados.

650-2. Otros artículos.

Los organos electrónicos deberán cumplir con las disposiciones apropiadas del Artículo 640:

650-3. Fuente de energía.

La fuente de energía será un transformador tipo rectificador, en el cual el potencial DC no podrá exceder 30 V DC. (NOM)

650-4. Puesta a tierra.

El rectificador deberá ser puesto a tierra de acuerdo con lo previsto en el Artículo 250.

650-5. Conductores.

Los conductores deberán cumplir con a) hasta d) siguientes:

(a) Sección transversal nominal. No menor del 0.08098 mm² (No. 28 AWG) para circuitos de señales electrónicas y no menor del 0.1288 mm² (No. 26 AWG) para alimentación por válvulas electromagnéticas y similares. El conductor común de retorno en alimentaciones electromagnéticas no deberá ser menor del 2.081 mm² (No. 14 AWG).

(b) Aislamiento. Los conductores tendrán aislamiento termoplástico o termo-estable.

(c) Los conductores deberán ser de cable. Con Excepción del conductor común de retorno y de los conductores internos del organo, todos los demás conductores que pertenecen a las secciones del organo y a la consola del mismo serán cableados. El conductor común de retorno puede estar contenido dentro de una cubierta adicional que incluya tanto al cable como al conductor de retorno o puede instalarse como un conductor separado y estar en contacto con el cable.

(d) Recubrimiento de cables. Todo cable estará previsto con una cubierta exterior, cinta

aislante se podrá permitir en lugar de una cubierta. Cuando no se use canalización metálica, la cubierta deberá ser retardante a la llama o el cable estará cubierto con una cinta aislante a prueba de fuego con tejido cerrado.

650-6. Instalación de conductores.

Los cables estarán sujetos firmemente en su lugar y se podrán fijar directamente a la estructura del órgano, sin soportes aislantes. Deberán colocarse de forma que no hagan contacto con otros conductores.

650-7. Protección contra sobrecorriente.

Los circuitos estarán distribuidos de tal manera que todos los conductores se encuentren protegidos contra sobrecorriente por un dispositivo de capacidad nominal no mayor de 6 amperes.

Excepción Los conductores del circuito principal de alimentación y el conducto común de retorno

ARTICULO 660 - EQUIPOS DE RAYOS X

A. Disposiciones Generales

660-1. Alcance.

Esta sección abarca todos los equipos de rayos X que funcionen a cualquier frecuencia o tensión, para uso industrial u otras aplicaciones que no sean ni médicas ni dentales.

En esta sección nada puede interpretarse como especificaciones para el resguardo contra la radiación útil dirigida o la radiación parásita

660-2. Definiciones(N.R. se reordenaron alfabéticamente)

Portátil: Un equipo de rayos X diseñado para llevar a mano.

Movible: Un equipo de rayos X montado sobre una base permanente dotado de ruedas o similar, que le permite desplazarse cuando está completamente ensamblado.

Transportable: Un equipo de rayos X diseñado para ser instalado en un vehículo o que puede ser fácilmente desmontado para ser transportado en un vehículo.

Régimen prolongado: Es un régimen basado en intervalos de funcionamiento de cinco minutos o mayor

Régimen momentáneo: Es un régimen basado en intervalos de funcionamiento que no sobrepasen cinco segundos

660-3. Lugares (clasificados) peligrosos.

No se instalarán ni harán funcionar aparatos de rayos X ni equipos conexos en lugares (clasificados) peligrosos a menos que sean de tipo certificado para dichos lugares

Nota: Ver Artículo 517, parte D

660-4. Conexión al circuito de alimentación

(a) Equipo fijo o estacionario. Los equipos de rayos X, fijos o estacionarios, se conectarán a la fuente de alimentación por medio de un método de instalación que cumpla con los requisitos generales de este Código

Excepción. El equipo debidamente alimentado por circuitos derivados no mayores de 30 A podrá conectarse mediante un enchufe con tapa y un cable o cordón de uso rudo adecuado.

(b) Equipos portátiles, móviles y transportables. Los equipos de rayos X portátiles, móviles y transportables de una capacidad no mayor de 60 A, no necesitan circuitos derivados

individuales. Los equipos de rayos X portátiles y móviles de cualquier capacidad serán alimentados por medio de cables o cordones de uso rudo adecuados. Los equipos transportables de rayos X de cualquier capacidad podrán ser conectados a su fuente de alimentación por medio de conexiones adecuadas y cable o cordón de uso rudo.

(c) **Tensión de alimentación mayor de 600 V nominales.** Los circuitos y equipos que funcionan con más de 600 V nominales, deben cumplir con el Artículo 710.

660-5. Medios de desconexión.

Los medios de desconexión se instalarán en un lugar de fácil acceso y manejo desde el control de rayos X. Los medios de desconexión serán de una capacidad adecuada de por lo menos el 50% de la entrada requerida por el régimen momentáneo o el 100% de la entrada requerida para el régimen prolongado, escogiendo el mayor de los valores. Los equipos conectados a un circuito ramal de 120 V, de 30 A o menos, pueden utilizar como medio de desconexión un tomacorriente y enchufe de tipo polarizado con puesta a tierra, de capacidad adecuada

660-6. Capacidad nominal de los conductores de alimentación y de la protección contra sobrecorriente.

(a) **Conductores de circuitos derivados.** La capacidad nominal de los conductores de alimentación de los circuitos derivados y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, no deben ser menores que el 50% del régimen momentáneo o el 100% del régimen prolongado del equipo de rayos X, escogiéndose el mayor de los dos valores

(b) **Conductores de alimentación.** La capacidad de los conductores de los circuitos y la capacidad nominal de los derivados y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de un alimentador para dos o más circuitos derivados que alimenten dos o más unidades de rayos X, no será menor que el 100% del régimen momentáneo [como se indica en (a)] de los dos aparatos de rayos X más grandes, más el 20% del régimen momentáneo de los otros aparatos de rayos X

Nota: El calibre mínimo de los conductores para circuitos derivados y alimentadores, se rigen también por los requisitos de regulación de la tensión para una instalación específica, el fabricante generalmente indica calibres mínimos para conductores y transformadores de distribución, capacidad de los medios de desconexión y protección contra sobrecorriente

660-7. Terminales de alambrado.

Los equipos de rayos X estarán provistos de terminales o cables de conexión adecuado para la unión de los conductores de alimentación de un calibre adecuado a la capacidad nominal del circuito derivado de los equipos

Excepción: Cuando estén provistos permanentemente de un cordón o cables adecuados.

660-8. Número de conductores en una canalización.

El número de conductores de control instalados en una canalización debe ser determinado de acuerdo con la Sección 300-17

660-9. Calibre mínimo de los conductores.

Se pueden usar alambres para aparatos de sección transversal nominal de 0.8231 mm² (No. 18 AWG) o 1.309 mm² (No. 16 AWG) según se indica en la Sección 725-16, y cordones flexibles para los circuitos de control y de funcionamiento de los equipos de rayos X y de sus equipos auxiliares, cuando estos estén protegidos por dispositivos contra sobrecorriente no mayores de 20 A

660-10. Instalación del equipo.

Todo equipo para instalaciones nuevas de rayos X o equipos usados o reacondicionados que se reinstalen en un nuevo lugar serán de tipo certificado.

B. Control

660-20. Equipos fijos y estacionarios

(a) **Dispositivo de control separado.** Además de las medidas de desconexión se debe instalar un dispositivo de control incorporado al control del equipo de rayos X para desconectar el circuito primario del transformador de alta tensión. Este dispositivo debe formar parte del equipo de rayos X, pero puede estar colocado en una cubierta separada, adyacente a la unidad de control de rayos X.

(b) **Dispositivos de protección.** Para controlar la carga ocasionada por una falla en el circuito de alta tensión, se debe proveer un dispositivo de protección que pueda estar incorporado dentro del dispositivo de control separado.

660-21. Equipo portátil y movable.

El equipo portátil y móvil cumplirá con la Sección 660-20, pero el dispositivo controlado a mano estará dentro de él o sobre el mismo.

660-23. Equipo de laboratorio comercial e industrial

(a) **Tipos radiográfico y fluoroscópico.** Todo equipo radiográfico o fluoroscópico deberá estar encerrado efectivamente o tendrá un sistema de enclavamiento que desenergice automáticamente el equipo, para prevenir un contacto fácil con las partes energizadas.

(b) **Tipo de difracción o de irradiación.** Los equipos de difracción o de irradiación estarán provistos de un sistema efectivo para indicar cuándo están energizados. El indicador será a base de luces piloto, de un medidor de deflexión fácilmente legible o de cualquier medio equivalente.

Excepción. Equipos o instalaciones encerrados efectivamente o provistos de enclavamientos que impidan el acceso a partes con corriente durante el funcionamiento.

660-24. Control independiente.

Cuando el mismo circuito de alta tensión alimente más de una parte del equipo, cada parte o grupo de equipos que formen una unidad, estará provisto de un disyuntor de alta tensión o de otro medio de desconexión equivalente. Estos medios de desconexión deben ser construidos, cubiertos o ubicados de manera que se evite que alguna persona pueda hacer contacto con las partes vivas.

C. Transformadores y condensadores

660-35. Disposiciones generales.

Los transformadores y condensadores que son parte de equipos de rayos X no necesitan cumplir con los requisitos de los artículos 450 y 460.

660-36. Condensadores.

Los condensadores deben estar colocados dentro de cubiertas metálicas puestas a tierra, o hechas de material aislante.

D. Guarda y puesta a tierra

660-47. Disposiciones generales.

(a) **Partes de alta tensión.** Todas las partes de alta tensión, incluyendo los tubos de rayos X, se instalarán dentro de cubiertas puestas a tierra. Para aislar la alta tensión de las cubiertas puestas a tierra, puede utilizarse aire, aceite, gas u otro medio aislante adecuado. Las

conexiones del equipo de alta tensión a los tubos de rayos X y a otros componentes de alta tensión, se harán con cables de alta tensión con pantalla.

(b) **Cable de baja tensión.** Los cables de baja tensión que sirven de conexión a unidades con aceite, tales como transformadores, condensadores, enfriadores de aceite e interruptores de alta tensión que no estén completamente sellados, tendrán aislamiento del tipo de resistencia al aceite

660-48. Puesta a tierra.

Las partes metálicas que no llevan corriente de los equipos de rayos X y equipo asociado (controles, mesas, soportes de los tubos de rayos X, tanque del transformador, cables con pantalla, cabezales del tubo de rayos X, etc.) deben estar puestos a tierra de la manera especificada en el artículo 250. Los equipos portátiles y móviles estarán provistos de un enchufe con toma de tierra de tipo polarizado

Excepción. Los equipos que funcionan con baterías.

ARTICULO 665 - EQUIPOS DE CALEFACCION POR INDUCCION Y POR PERDIDAS DIELECTRICAS

A. Generalidades

665-1. Alcance.

Este artículo cubre la construcción e instalación de equipo de calentamiento por inducción y dieléctrico y accesorios para aplicaciones industriales y científicas, pero no para aplicaciones médicas o dentales, aparatos electrodomésticos, manejo de información a frecuencia de línea, calentamiento de recipientes.

Nota: Ver artículo 422 para Aparatos Electrodomésticos

Nota: Ver el artículo 427 Parte E para Manejo de Información a Frecuencia de Línea y Calentamiento de Recipientes

665-2. Definiciones

Calentamiento Dieléctrico: El calentamiento dieléctrico, es el calentamiento de un material nominalmente aislante debido a sus propias pérdidas dieléctricas, cuando el material es colocado dentro de un campo eléctrico variable

Calentamiento por Inducción: Calentamiento por Inducción es el calentamiento de un material nominalmente conductor, debido a sus propias pérdidas $I^2 R$ cuando el material es colocado dentro de un campo electromagnético variable

Equipo de calentamiento. El término "Equipo de Calentamiento" como es usado en este artículo incluye cualquier equipo usado para propósitos de calentamiento cuyo calor es generado por métodos de inducción o dieléctrico

665-3. Otros artículos.

El cableado de la fuente de poder a el equipo de calentamiento por inducción o dieléctrico debe cumplir con los Capítulos 1 al 4 Circuitos y equipos operados a más de 600 V, nominales, deben cumplir con el artículo 110

665-4. Ubicación (clasificada) peligrosa.

El equipo de calentamiento por inducción o dieléctrico, no deben ser instalados en lugares (clasificados) peligrosos como los definidos en el artículo 500

Excepción. Donde el equipo y el cableado son diseñados y certificados para los lugares

(clasificados) peligrosos.

B. Protección, aterrizaje y marcado.

665-20. Gabinetes.

Los aparatos convertidores (incluyendo la línea C.D.) y circuitos eléctricos de alta frecuencia (excluyendo circuitos de salida y circuitos de control remoto), deben estar completamente localizados dentro de un gabinete o gabinetes de materiales no combustible

665-21. Tablero de control.

Todos los tableros de control deben ser de construcción de frente muerto. (Dispositivos en el lado de atrás)

665-22. Acceso a equipo interno.

Puertas o paneles desmontables deben ser empleados para acceso interno. Donde se usen puertas dando acceso a tensiones de 500 a 1 000 V C.A. o C.D., cualquier cerradura de puerta debe ser suministrada o un sistema de enclavamiento debe ser instalado. Donde se usen puertas dando acceso a tensiones mayores de 1 000 V C.A. o C.D., cualquier bloqueo mecánico con un medio de desconexión para prevenir el acceso hasta que la tensión sea removido del cubículo. O puertas con enclavamiento y con bloqueo mecánico deben ser suministrados. Paneles desmontables no usados normalmente para el acceso a tales partes. Deben ser asegurados de tal manera que su desmontaje se dificulte.

665-23. Etiquetas de prevención o señales.

Etiquetas de prevención o señales en que se lea "peligro - alta tensión - no entrar" deben ser pegadas al equipo y deben ser fácilmente visibles para que el personal no autorizado no deba entrar en contacto con partes energizadas, aún cuando las puertas estén abiertas o cuando paneles conteniendo equipo arriba de 250 V C.A. o C.D. sean removidos

665-24. Capacitores.

Donde se usen capacitores excediendo 0.1 microfaradios en circuitos de C.D., ya sea como componente filtro de rectificadores o supresores, etc., teniendo circuitos con tensiones mayores de 240 V a tierra, deben usarse resistencias de descarga o contactores de puesta a tierra, como dispositivos de puesta a tierra

El tiempo de descarga debe ser de acuerdo a la Sección 460-6 a)

Donde se usen capacitores individualmente desconectados de un circuito, una resistencia de descarga o un contactor automático debe ser usado como un medio de descarga

En donde rectificadores auxiliares con capacitores filtro sean usados en la salida de fuentes polarizadas, manipuladores o conmutadores de bulbo, etc., resistencias de descarga deben ser instaladas siempre que la tensión de C.D. no exceda 240 V

665-25. Cubierta del aplicador de trabajo

Jaulas protectoras o cubiertas para proteger el aplicador de trabajo así como las bobinas de calentamiento por inducción. Estas deben ser protegidas por aislamiento y/o materiales refractarios. Conmutadores de bloqueo deben ser usados en todas las puertas embisagradas de acceso, paneles corredizos u otros medios fáciles de acceso a el aplicador. Todos los conmutadores de bloqueo deben estar conectados de tal manera que puedan cortar toda la potencia del aplicador cuando cualquiera de las puertas de acceso o paneles estén abiertos. No se requeriran bloqueos sobre puertas de acceso o tableros si el aplicador es una bobina de calentamiento por inducción a una potencial de C.D. a tierra, o si esta operando a menos de 150 V C.A.

665-26. Conexiones a tierra y barreras.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Deben usarse conexiones a tierra y/o entre unidades donde sea requerido para operación de circuitos, para garantizar a un valor seguro de potencial de radio-frecuencia entre todas las partes no portadoras de corriente expuestas del equipo y tierra física, entre todas las partes del equipo y objetos alrededor, entre dichos objetos y tierra física. Tales conexiones a tierra y barreras deben ser instaladas de acuerdo con el Artículo 250

665-27. Identificación.

Cada equipo de calentamiento debe ser suministrado con una placa de identificación proporcionando el nombre del fabricante, modelo de identificación y los siguientes datos de entrada: tensión de la línea, frecuencia, número de fases, corriente máxima, kVA a máxima carga, factor de potencia a máxima carga

665-28. Gabinetes de control.

Debe permitirse la corriente directa o corriente alterna de baja frecuencia dentro de la parte de control del equipo de calentamiento. Esto debe ser limitado a no más de 150 V. Cable de sección transversal nominal de 0.8231 mm² (No. 18 AWG) ó mayor sólido o trenzado debe ser usado. Un transformador reductor, con protección propia de sobrecorriente debe ser permitido dentro del gabinete de control para obtener una tensión alterna menor a 150 V. Las terminales con tensiones más altas deben ser protegidas para prevenir contacto accidental. Componentes a 60 cps deben ser utilizados para control de alta frecuencia donde propiamente dimensionados por el fabricante del equipo de calentamiento por inducción. Circuitos electrónicos utilizando dispositivos de estado sólido y bulbos, debe permitirse el uso de circuitos impresos o cables mas pequeños que el 0.8231 mm² (No. 18 AWG)

C. Equipo motor-generator

665-40. Generalidades

El equipo motor-generator debe incluir todo el equipo rotativo diseñado para operar de un motor de C.D. o C.A. o por accionamiento mecánico de un generador de energía o motor primario, produciendo una corriente alterna de cualquier frecuencia para calentamiento por inducción y/o dieléctrico.

665-41. Capacidad de corriente de conductores para la fuente.

La capacidad de corriente de los conductores de la fuente será determinada de acuerdo con el artículo 430

665-42. Protección de sobrecorriente

Debe proveerse de protección por sobrecorriente según se especifica en el artículo 430 para los circuitos de suministro eléctrico

665-43. Medio de desconexión.

Deben proveerse los medios de desconexión según lo especificado en el artículo 430

Debe proveerse un medio de desconexión rápido y accesible para que cada equipo de calentamiento pueda ser aislado de su circuito de alimentación. La capacidad de corriente de este medio de desconexión no debe ser menor a la corriente indicada en la placa de identificación del equipo. El medio de desconexión de la fuente debe ser permitido como un medio de desconexión del equipo de calentamiento donde el circuito alimenta únicamente a un equipo y se permite la utilización de controles de temperatura para evitar que permanezca conectado cuando alcance la temperatura deseada y dar mejor utilización a la energía.

665-44. Circuito de salida.

El circuito de salida debe incluir todos los componentes externos al generador, incluyendo contactores, transformadores, barras de distribución y otros conductores, deben cumplir con los

incisos a) y b) como sigue:

(a) **Salida del generador.** Los circuitos de salida deben estar aislados de tierra.

Excepción No. 1. En donde la capacitancia de acoplamiento inherente en el generador ocasiona que las terminales del generador se tengan tensiones de terminal a tierra que sean iguales.

Excepción No. 2 En donde un vacío o atmósfera controlada es usada con una bobina en un tanque o cámara, el punto central de la bobina debe estar aterrizado para mantener un potencial igual entre cada terminal y tierra

Donde la tensión nominal exceda 500 V, el circuito de salida debe incorporar una unidad protectora de C. a tierra. La C.D. aplicada en la salida del circuito no debe exceder los 30 V y no debe exceder una capacidad de corriente de 5 miliAmperes.

Un transformador de aislamiento para acoplar la carga y la alimentación se permitirá en el circuito de salida, si la salida del secundario no es un potencial de C.D. a tierra

(b) **Interconexión de componentes.** Las diversas componentes requeridas para una instalación completa de un equipo de calentamiento por inducción deben ser conectadas por cable multiconductor, barras de distribución o cables coaxiales propiamente protegidos. Los cables deben ser instalados en canales de alambrado no metálico. Las barras de distribución deben estar protegidas, donde sea requerido, por medio de ductos no metálicos

665-47. Control remoto.

(a) **Conmutador selector.** En donde controles remotos son usados para aplicar potencia, un conmutador selector debe proveerse y enclavado para suministrar potencia únicamente de un punto de control a la vez

(b) **Conmutador de pedal.** Conmutadores operados por presión del pie deben proveerse con un aislamiento sobre el botón de contacto para evitar cierre accidental de conmutador

D. Otros equipos que no sean motor-generador

665-60. Generalidades.

Otros equipos diferentes al motor generador deben consistir de multiplicadores todos estáticos y unidades tipo oscilatorio utilizando tubos de vacío (bulbos) y/o dispositivos de estado sólido

El equipo debe ser capaz de convertir C.A. o C.D. a una C.A. de frecuencia adecuada para calentamiento por inducción y/o dieléctrico

665-61. Capacidad de corriente de conductores de la fuente.

La capacidad de corriente de los conductores de la fuente debe ser determinada de acuerdo a los incisos a) y b) como sigue

(a) **Capacidad de placa de identificación.** La capacidad de corriente de los conductores no debe ser menor a la capacidad de corriente según placa de identificación del equipo.

(b) **Dos o más.** La capacidad de corriente de los conductores alimentando dos o más equipos no debe ser menor a la suma de las corrientes según datos de placa de todos los equipos

Excepción. Si la operación simultánea de dos o más equipos alimentados de la misma fuente no es posible la capacidad de la corriente del alimentador no debe ser menor a la suma de corrientes según placa de datos del grupo de máquinas más grande, capaces de operación simultánea más el 100% de las corrientes de las máquinas alimentadas que permanecen en reserva

665-62. Protección por sobrecorriente.

Debe proveerse la protección por sobrecorriente según se especifica en el artículo 240 para

el equipo como un todo. Esta protección de sobrecorriente debe ser suministrada separadamente o como parte del equipo.

665-63. Medio de desconexión. Debe proveerse un medio de desconexión rápido y accesible para que cada equipo de calentamiento pueda ser aislado del circuito de alimentación. La capacidad de estos medios de desconexión no debe ser menor a la corriente según dato de placa del equipo. El medio de desconexión en el circuito de desconexión debe ser permitido para desconectar el equipo de calentamiento cuando el circuito alimenta únicamente un equipo y se permite la utilización de controles de temperatura para evitar que permanezca conectado cuando alcance la temperatura deseada y dar mejor utilización de la energía.

665-64. Circuito de salida. El circuito de salida debe incluir todos los componentes externos de la salida del convertidor, incluyendo contactores, transformadores, barras de distribución y otros conductores y deben cumplir con los incisos (a) y (b) como sigue:

(a) **Salida del convertidor.** El circuito de salida debe estar aislado de tierra.

Excepción. Donde una tensión de C.D. pueda existir en las terminales debido a una falla de un componente interno, entonces el circuito de salida (directo o acoplado) debe estar a un potencial C.D. a tierra.

(b) **Convertidor y conexión al aplicador.** Si las conexiones entre el convertidor y el aplicador de trabajo exceden 610 mm. en longitud, las conexiones deben estar encerradas o protegidas con material no combustible ni ferroso.

665-66. Frecuencia de la línea en salida de equipo convertidor.

Las salidas de corriente alterna o frecuencia comercial de 25 a 60 cps deben ser acopladas para propósitos de control, pero no deben ser mayores a 150 V durante periodos de operación de circuitos.

665-67. Manipulador o conmutador.

En donde los circuitos controlados de alta velocidad dependen del efecto de "Oscilador de bloqueo" que son empleados, la tensión pico de radio frecuencia de salida durante la porción bloqueada del ciclo, no debe exceder 100 V en unidades que utilizan convertidores de radio frecuencia.

665-68. Control remoto.

(a) **Conmutador selector.** En donde controles remotos son usados para aplicar potencia, debe proveerse un conmutador selector y enclavado para suministrar potencia únicamente de un punto de control a la vez.

(b) **Conmutador de pedal.** Deben proveerse conmutadores operados por presión del pie con un aislante (ne)(10) sobre el botón de contacto para evitar cierre accidental del conmutador.

ARTICULO 668 - CELDAS ELECTROLITICAS

668-1. Alcance.

Las disposiciones de esta Sección se aplicaran a la instalación de los componentes eléctricos y accesorios de celdas electrolíticas en serie y a los procesos de alimentación para la producción de aluminio, calcio, cloro, cobre, fluor, peróxido de hidrógeno, magnesio, sodio, clorato de sodio y zinc. Esta Sección no cubre las celdas utilizadas como fuente de energía eléctrica, procesos de galvanoplastia, y celdas utilizadas en producción de hidrógeno.

En general, las celdas o grupos de celdas en serie dispuestas como una unidad para la

producción de un metal particular, gas o componentes químico, pueden diferir de otras celdas o grupos de celdas en serie, que producen lo mismo en las materias primas utilizadas en la capacidad de salida en el uso de métodos y procesos apropiados y otros factores que no son el objeto de esta Norma.

668-2. Definiciones

Celda electrolítica: Un envase o recipiente en el cual las reacciones electroquímicas son causadas por la aplicación de energía eléctrica con fines de procesos de refinación o producción de materiales de utilización definida

Celdas en línea: Un conjunto de celdas electrolíticas interconectadas eléctricamente y alimentadas por una fuente de corriente directa.

Uniones de celdas en serie y equipo auxiliar: Según lo indicado en este artículo, las uniones de celdas en serie y equipo auxiliar incluyen, pero no están limitadas a: tanques auxiliares, tramos de tuberías, ductos de trabajo, soportes estructurales, conductores descubiertos de las celdas en serie, tubos y otros tipos de canalización, bombas, equipos para posicionar y celdas de corte o dispositivos de paso eléctrico. Los equipos auxiliares incluyen herramientas, máquinas para soldar, crisoles y otros equipos portátiles usados para la operación y mantenimiento dentro de la zona de trabajo de las celdas electrolíticas en serie

En la zona de trabajo de las celdas en serie, los equipos auxiliares incluyen las superficies conductoras descubiertas de grúas no puestas a tierra y el equipo de servicio de las celdas de las grúas del tipo montadas.

Zona de trabajo de las celdas electrolíticas en serie: La zona de trabajo de las celdas en serie es el espacio en el cual se realiza la operación y mantenimiento, sobre o cerca de superficies energizadas descubiertas de celdas electrolíticas en serie o sus uniones.

668-3. Otros artículos aplicables

(a) **Alumbrado, ventilación, material portátil.** Los Capítulos 1 a 4 deberán aplicarse a los alimentadores, circuitos ramales y aparatos para alimentar alumbrado, sistemas de ventilación, materiales portátiles y similares, los cuales están fuera de la zona de trabajo de las celdas electrolíticas

(b) **Sistemas no conectados eléctricamente** Los elementos de un sistema de alimentación de celdas en serie que no están conectados eléctricamente al sistema de alimentación de las celdas tales como el primario de un transformador de dos devanados, el motor de un conjunto motor-generador, alimentadores, circuitos ramales, medios de desconexión, controles de motores, equipos de protección contra sobrecargas, se requerirán para cumplir con las disposiciones de esta Norma

Para los propósitos de este artículo "conectado eléctricamente" significa conexión capaz de transportar corriente desde su conexión como se distingue desde la conexión a través de la inducción electromagnética

(c) **Celdas electrolíticas en serie** Las celdas electrolíticas en serie deberán cumplir con las disposiciones de los Capítulos 1, 2, 3 y 4

Excepción No. 1 Los conductores de las celdas electrolíticas en serie no requieren cumplir con las disposiciones de los artículos 110, 210, 215, 220 y 225 (véase la Sección 669-11)

Excepción No. 2 La protección contra sobrecorriente de los circuitos de potencia en corriente directa de las celdas electrolíticas no requiere cumplir con los requisitos del artículo 240

Excepción No. 3 El equipo ubicado y usado dentro de la zona de trabajo de las celdas electrolíticas en serie, o asociado con los circuitos de potencia en corriente directa, no requieren cumplir con las disposiciones del artículo 250

Excepción No. 4 Las celdas electrolíticas, sus uniones y el alambrado de equipos y dispositivos auxiliares que están dentro de la zona de trabajo de las celdas en serie, no requieren cumplir con las disposiciones de los artículos 110, 210, 215, 220 y 225 (Véase el artículo 668-30).

Véase la Sección 668-15 para equipos, aparatos y componentes estructurales puestos a tierra.

668-10. Zona de trabajo de las celdas en serie

(a) Área cubierta El espacio comprendido por la zona de trabajo de las celdas en serie será

- 1) No mayor de 2.5 m sobre superficies energizadas de celdas electrolíticas en serie o sus uniones energizadas
- 2) No mayor de 2.5 m por debajo de superficies energizadas de celdas electrolíticas en serie o sus uniones energizadas.
- 3) No mayor de 1.2 m horizontalmente desde la superficie energizada de las celdas electrolíticas en serie o sus uniones energizadas o desde el espacio descrito en 1) y 2) anteriores

(b) Áreas no cubiertas La zona de trabajo de celdas en serie no deberá extenderse más allá de paredes, pisos, techos, tabiques, cercas o similares.

(c) Conexiones. Los conductores de las celdas en serie serán empalmadas mediante pernos, abrazaderas, soldada o conectores de presión, para evitar falsas conexiones que dañen a los contactos y ocasionen desperdicio de energía

668-11. Alimentación de las celdas en serie mediante corriente directa

(a) No puesta a tierra Los conductores de alimentación en c.d. de celdas en serie no serán puestos a tierra

(b) Puesta a tierra de las cubiertas metálicas Las cubiertas de los aparatos de alimentación en c.d., en celdas en serie que operan a una diferencia de potencial entre terminales de más de 50 V, deberán ser puestas a tierra por uno de los medios siguientes:

- 1) Relés de protección
- 2) Conductor de cobre de puesta a tierra de sección transversal nominal mínimo de 67.43 mm² (No. 2/0 AWG), o un conductor de igual capacidad de corriente

(c) Requisitos de puesta a tierra Las conexiones de puesta a tierra requeridas por la Sección 668-11 b), serán instaladas de conformidad con las Secciones 250-112, 250-113, 250-115, 250-117 y 250-118

668-12. Conductores de celdas en serie

(a) Aislante y material Los conductores de celdas en serie serán desnudos, cubiertos o aislados, de cobre, aluminio, aluminio con recubrimiento de cobre, acero u otro material adecuado

(b) Sección transversal nominal El área transversal de los conductores de celdas en serie será tal que el aumento de temperatura bajo condiciones de carga máxima, a temperatura ambiente máxima no exceda la temperatura de operación segura para la cual el aislamiento y material del conductor fueron diseñados

(c) Conexiones Los conductores de las celdas en serie serán empalmados mediante pernos, abrazaderas, soldadura o conectores de presión

668-13. Medios de desconexión

(a) Más de una fuente de alimentación Cuando haya más de una alimentación c.d. para las celdas en serie, se provea de medios de desconexión a cada circuito de cada fuente de alimentación para desconectar esta de las celdas en serie

(b) **Puentes o conductores removibles.** Se permitirá usar puentes o conductores removibles como medios de desconexión.

668-14. Medios de derivación

(a) **Derivación parcial o total.** Se permitirá la derivación parcial o total de circuitos de corriente de celdas en serie alrededor de una o más celdas.

(b) **Derivación de una o más celdas.** Los conductores, disyuntores, o combinación de conductores y disyuntores usados para la derivación de una o más celdas, deberán cumplir con los requisitos de la sección 668-12.

668-15. Puesta a tierra. Los equipos, aparatos y componentes estructurales que requieren ser puestos a tierra según el artículo 668 deberán cumplir con las previsiones del Artículo 250.

Excepción No. 1. No se requiere utilizar las tuberías de agua como electrodo

Excepción No. 2. Se permitirá cualquier electrodo o combinaciones de ellos, descritos en las Secciones 250-81 y 250-83

668-20. Equipos eléctricos portátiles.

(a) **Equipos eléctricos portátiles no puestos a tierra.** Las cubiertas y armazones de los equipos eléctricos portátiles usados dentro de la zona de trabajo de celdas en serie no serán puestas a tierra

Excepción No. 1. Cuando la tensión del circuito de las celdas en serie no exceda 200 V, c.d., dichas cubiertas y armazones pueden ser puestas a tierra

Excepción No. 2. Se permitirá que la cubiertas y armazones sean puestas a tierra cuando estén protegidas

(b) **Transformadores de aislamiento.** Los equipos portátiles energizados, eléctricamente conectados mediante cordón flexible, de uso manual, con cubiertas y armazones no puestas a tierra, usados dentro de la zona de trabajo de las celdas en serie, se conectarán a tomacorrientes que tengan solamente conductores vivos tal como un circuito ramal alimentado por un transformador de aislamiento con el secundario no puesto a tierra

Excepción. Cuando las cubiertas y armazones de tales equipos son puestas a tierra como le permite la Excepción No 1 de la Sección 668-20 (a).

(c) **Marcación.** Los equipos eléctricos portátiles no puestos a tierra deberán marcarse con un distintivo y emplearán enchufes y tomacorrientes con figuraciones que eviten la conexión de estos equipos a tomacorrientes del tipo de puesta a tierra, y el intercambio inadvertido entre equipos eléctricos portátiles puestas a tierra y no puestas a tierra

668-21. Circuitos alimentadores y tomacorrientes de equipos eléctricos portátiles

(a) **Circuitos aislados.** Los circuitos que alimenten tomacorrientes no puestos a tierra para equipos conectados con cordón, de uso manual, deberán aislarse eléctricamente desde un sistema de distribución que alimente áreas diferentes de la zona de trabajo de celdas en serie; además, no deberán ser puestas a tierra. La potencia para estos circuitos será suministrada a través de transformadores de aislamiento. El primario de estos transformadores debe operar a no más de 600 V entre conductores y debe estar provisto de una adecuada protección contra sobrecorriente. La tensión del secundario de los transformadores de aislamiento no debe exceder 300 V entre conductores y ninguno de los circuitos alimentados desde el secundario será puesto a tierra todos tendrán un dispositivo certificado contra sobrecorriente de una capacidad apropiada a cada conductor

(b) **No intercambiables.** Los tomacorrientes y enchufes acoplados para equipos no puestos a tierra no tendrán previsiones para un conductor de puesta a tierra, y serán de una

configuración que evite el uso para equipos que requieren ser puestos a tierra.

(c) **Marcación.** Los tomacorrientes de los circuitos alimentados por un transformador de aislamiento con el secundario no puesto a tierra, deberán estar marcados con distintivo y no se usarán en otros lugares de la planta.

668-30. Equipo eléctrico fijo y portátil

(a) **Equipos eléctricos que no requieren puesta a tierra** Los sistemas de corriente alterna que alimenten equipos eléctricos fijos y portátiles dentro de la zona de trabajo de las celdas en serie, no requerirán la puesta a tierra

(b) **Superficies conductoras descubiertas que no requieren puesta a tierra** Las superficies conductoras descubiertas, tales como lugares donde se guardan equipos eléctricos, gabinetes, cajas, motores, canalizaciones y similares, que estén dentro de la zona de trabajo de las celdas en serie, no requieren ser puestas a tierra

(c) **Método de cableado** Los dispositivos eléctricos auxiliares tales como motores, sensores, dispositivos de control y alarmas, montados sobre una celda electrolítica u otras superficies energizadas, deberán conectarse por alguno de los siguientes medios

1) Un cordón multiconductor de uso pesado

2) Alambre o cable en canalizaciones adecuadas, bandejas para cables metálicas o no metálicas. Si se usan tubos metálicos, bandeja, bandeja para cables, cables blindados, o sistemas metálicos similares, se instalarán con interruptores aislados de corte, de manera que éstos no causen una condición potencialmente peligrosa

(e) **Protección de circuitos.** La protección de circuitos no se requiere para sistemas de control e instrumentación que estén totalmente dentro de la zona de trabajo de las celdas en serie.

(f) **Interconexiones.** Para la conexión de equipos eléctricos fijos a las superficies energizadas de las celdas en serie puede utilizarse dispositivos de empalme o auxiliares. Cuando el equipo eléctrico fijo este montado sobre una superficie conductora energizada, el equipo debe conectarse a esa superficie

668-31. Conexiones auxiliares no eléctricas.

Las conexiones auxiliares no eléctricas tales como mangueras de aire, mangueras de agua y similares, a celdas electrolíticas no deberán tener alambres conductores, blindajes o trenzas conductoras y similares, como refuerzo. Las mangueras deben ser de material no conductor

668-32. Grúas y montacargas

(a) **Superficies conductoras aisladas a tierra** Las superficies conductoras de grúas y montacargas que entran en la zona de trabajo de las celdas en serie, no requieren ser puestas a tierra. La parte de la grúa o montacarga que hace contacto con una celda electrolítica energizada o con un empalme energizado debe aislarse de tierra

(b) **Condiciones eléctricas peligrosas** Los controles remotos de grúas y montacargas que puedan introducir condiciones eléctricas peligrosas dentro de la zona de trabajo de las celdas en serie deben emplear uno o más de los siguientes sistemas

1) Circuitos de control aislados y no puestos a tierra de conformidad con la Sección 668-21 a)

2) Cable del operador no conductor

3) Pulsadores colgantes con medios de soporte no conductores que tengan superficies no conductoras o superficies conductoras descubiertas no puestas a tierra.

4) Radio

668-40. Cubiertas.

Las cubiertas de equipos eléctricos para uso general se permiten cuando un sistema natural de ventilación por aspiración evite la acumulación de gases

ARTICULO 669 - GALVANOPLASTIA

669-1. Alcance.

Las provisiones de esta sección se aplican a las instalaciones de los componentes eléctricos y accesorios de equipos que alimenten la fuente de poder y controles para la galvanoplastia, anodización, electropulido y electrodisparo. Para los propósitos de este artículo, el término galvanoplastia se usará para identificar cualquiera de los otros procesos.

669-2. Otros artículos.

Con excepción de lo modificado por este artículo, el alambrado y equipos usados en el proceso de galvanoplastia cumplirán con los requisitos aplicables de los Capítulos 1 a 4.

669-3. Disposiciones generales.

Los equipos utilizados para el proceso de galvanoplastia deben identificarse para tales servicios.

669-5. Conductores de circuitos ramales.

Los conductores de los circuitos ramales que alimenten una o más unidades de equipos tendrán una capacidad de corriente no menor que el 125% de la carga total conectada. La capacidad de corriente de las barras deberá cumplir con la Sección 374-6.

669-6. Métodos de alambrado

Los conductores que conectan el equipo del tanque del electrolito al equipo de conversión será como sigue:

(a) **Sistemas menores de 50 V en c.d.** Será permitido el tendido de conductores aislados sin disponer de soportes aislados, si están protegidos de daños físicos. Barras de cobre o conductores de aluminio se permitirán cuando estén soportados sobre aisladores.

(b) **Sistemas mayores de 50 V en c.d.** Será permitido el tendido de conductores aislados sobre soportes aislados, si están protegidos contra daños físicos. Conductores de cobre o de aluminio sin protección se permitirán cuando estén soportados sobre aisladores y resguardados contra contactos accidentales de acuerdo con la Sección 110-17.

Excepción: Conductores descubiertos no protegidos serán permitidos en las terminales.

669-7. Rótulos de prevención.

Los rótulos de prevención o señalización se colocarán para indicar la presencia de conductores desnudos.

669-8. Medios de desconexión

(a) **Más de una fuente de alimentación.** Cuando hay más de una fuente de alimentación en el mismo sistema c.d. se deberá proveer un medio de desconexión en el lado de c.d. de cada fuente de alimentación.

(b) **Puentes o conductores removibles.** Se permitirán puentes o conductores removibles como medios de desconexión.

669-9. Protección contra sobrecorriente

Los conductores en c.d. serán protegidos contra sobrecorriente por uno o más de los medios siguientes:

- 1) fusibles o disyuntores termomagnéticos,
- 2) un dispositivo sensor de corriente que opere un medio de desconexión, u
- 3) otros medios certificados.

ARTICULO 670 MAQUINARIA INDUSTRIAL.

670-1. Alcance.

Este artículo trata sobre la sección transversal nominal de los conductores alimentadores y los datos de placa de características requeridas en herramientas de maquinaria industrial para trabajar metal, plástico y equipos de producción en masa, no portátiles.

670-2. Definición de maquinaria industrial.

Para el propósito de este artículo, es una maquinaria accionada por fuerza motriz, no portátil y que se utiliza para moldear o dar forma al metal o plástico por corte, impacto, presión, técnicas eléctricas o combinación de estos procesos.

El equipo de producción en masa se define como el arreglo sistemático de una o más herramientas, maquinaria para plásticos y/o maquinaria para ensamblar, lo cual es portátil e incluye cualquier material asociado o equipo de maniobra, calibración, medición o inspección.

670-3. Datos de placa de características de la maquinaria.

(a) Placa de características permanentes.

Se fijara sobre la cubierta del equipo de control o en la misma máquina, y en lugar de que sea claramente visible después de instalada, una placa permanente de características donde se indique los datos siguientes: Tensión de suministro, Numero de fases, Frecuencia, Corriente a plena carga, El máximo rango en amperes de circuito corto y protección contra falla de tierra, corriente nominal de el motor de mayor potencia, capacidad de interrupción de circuito corto del dispositivo de protección contra sobrecorrientes, si existe, y el número de diagrama.

La corriente a plena carga indicada en la placa de características no será menor que la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores y de otros equipos que pudieran estar funcionando al mismo tiempo bajo condiciones normales de uso. Cuando cargas y/o ciclos de trabajo no usuales requieran conductores de mayor sección transversal nominal, la capacidad requerida estará incluida en la "corriente a plena carga" indicada.

Cuando hay mas de un circuito de alimentación, la placa de características llevará la información anterior para cada circuito.

(b) Protección contra sobre corriente.

Cuando se prevea protección contra sobrecorriente de acuerdo con la sección 670-4(b), la máquina se marcará "Protección contra sobrecorrientes en terminales de alimentación de la máquina".

670-4. Conductores alimentadores y protección contra sobrecorriente.

(a) Sección transversal nominal.

La sección transversal nominal de los conductores de alimentación sera tal que tenga una capacidad de corriente no menor del 125 % de la corriente a plena carga del motor mas grande, mas la suma de todas las corrientes nominales a plena carga de los restantes motores y aparatos conectados que puedan operar simultáneamente.

Nota: Ver las tablas correspondientes del artículo 310 para la capacidad de corriente de los conductores de 600 V y menores.

(b) Protección contra sobrecorriente.

Una máquina se podrá considerar como una unidad individual y, por lo tanto, se proveerá de

un medio de desconexión. Podrá alimentarse de los circuitos derivados protegidos por fusibles o interruptores termomagnéticos. El medio de desconexión no requiere de protección contra sobrecorriente. Cuando forme parte de la máquina, la protección contra sobrecorriente consistirá en un interruptor termomagnético o juego de fusibles; La máquina llevará la marca requerida en la sección 630-3 y los conductores de alimentación, se consideran como alimentadores o derivaciones, según se indica en la sección 240-21.

El rango o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente para el circuito que alimenta la máquina no debe ser mayor que la suma del rango o ajuste más alto del dispositivo de protección contra circuito corto y falla a tierra propio de la máquina, más el 125% de la corriente a plena carga de todas las cargas para calefacción a base de resistencias más la suma de todas las corrientes a plena carga de todos los demás motores y aparatos que puedan funcionar simultáneamente.

Excepción. Cuando uno o más interruptores instantáneos o protectores contra circuito corto de motores se usen para protección contra circuito corto y falla a tierra de motores según se permite en la sección 430-52 (a), el procedimiento anterior se debe aplicar con la siguiente modificación. Para propósitos de cálculo, cada interruptor instantáneo o protector contra circuito corto de motor debe tener un rango que no exceda el máximo porcentaje de la corriente del motor a plena carga permitida por la tabla 430-152 para el tipo de dispositivo de protección empleado en la máquina.

Cuando no se proporcione dispositivo de protección contra falla a tierra y de circuito corto con la máquina, el rango o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorrientes se debe basar en las secciones 430-52 y 430-53, según se aplique.

670-5. Espacios libres.

Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solamente personal calificado dará servicio a la instalación, las dimensiones del espacio de trabajo en la dirección del acceso a partes vivas operando a no más de 150 V y que es probable que requieran inspección, ajuste, servicio o mantenimiento, mientras estén energizadas, debe ser de 75 cm como mínimo. Cuando los controles estén encerrados en gabinetes, la(s) puerta(s) deben abrir un ángulo de 90° por lo menos, o ser removibles.

Excepción. Cuando la cubierta requiere de herramienta para abrirla y cuando solamente un diagnóstico y pruebas en caso de falla son necesarios en partes vivas operando a no menos de 150 V, línea a línea, los espacios libres pueden ser menores a 75 cm.

ARTICULO 675. MAQUINAS DE RIEGO OPERADAS O CONTROLADAS ELECTRICAMENTE.

A. Generalidades.

675-1. Alcance.

Este capítulo se aplica a máquinas de riego operadas o controladas eléctricamente y a los circuitos y controles que requiere este tipo de equipo.

675-2. Definiciones.

Anillos colectores: Un anillo colector es un ensamble de anillos de fricción para transferencia de energía eléctrica de un elemento estacionario a un elemento rotatorio.

Máquina de riego: Una máquina de riego es la que se opera o controla eléctricamente, con uno o más motores y usada principalmente para transportar y distribuir agua para propósitos

agrícolas

Máquinas de riego con pivote central: Una máquina de riego con pivote central es una máquina que gira alrededor de un eje central y emplea interruptores de alineamiento o dispositivos similares para controles individuales

675-3. Otros artículos.

Estos artículos son en adición o complemento de los establecidos en el artículo 430 u otros artículos aplicables de ésta Norma que se apliquen con las modificaciones establecidas en este artículo

675-4. Cables de riego.

(a) **Construcción.** El cable usado para interconectar cajas en la estructura de una máquina de riego, deberá estar compuesto por conductores con aislamiento no higroscópico y una cubierta resistente a la flama a prueba de humedad con una pantalla protectora metálica, encapsulado con material resistente a la humedad, corrosión y resistente a los rayos solares.

El aislamiento del conductor deberá ser del mencionado en Tabla 310-13 para una temperatura de 75° C para uso en locales húmedos. El recubrimiento aislante no debe ser menor que 0.762 milímetros y el espesor de la pantalla metálica o deberá ser menor de 0.203 milímetros y la protección exterior no deberá ser menor de 1.27 milímetros

Se permite una combinación de cables de fuerza, control y puesta a tierra

(b) **Métodos alternativos de cableado.** Todos los cables que sean adecuados para este propósito

(c) **Soportes.** El cable de riego deberá ser soportado por abrazaderas o accesorios similares adecuadas para éste propósito e instaladas de tal manera que no dañen el cable. El cable deberá ser soportado a intervalos que no excedan de 1.22 m

(d) **Cajas de conexión.** Las cajas de conexión deberán ser utilizadas en todos los puntos en que un cable termina. Las cajas deben estar diseñadas para uso con el tipo de cable y deben ser adecuadas para las condiciones de servicio utilizado

675-5. Más de tres conductores en un ducto o cable.

Los conductores de señal y control en un ducto para cable no deben ser tomadas en consideración para propósitos de dimensionamiento de la sección transversal nominal de los conductores como se establece en el artículo 310 en la Nota 8 de las Tablas 310-16 a 310-19

675-6. Identificación en el tablero de control principal.

El tablero principal de control deberá contar con una placa de datos con la siguiente información: (1) El nombre del fabricante, la tensión de operación, número de fases y frecuencia de operación; (2) La corriente de operación de la máquina y; (3) La calibración del medio de desconexión y la protección de sobre corriente requerida

675-7. Valores equivalentes de corriente.

Cuando no se considera una operación intermitente de la máquina, se debe utilizar lo expuesto en el artículo 430 para determinar los valores de los tableros de control, medios de desconexión, conductores, etc. Cuando la máquina de riego tiene una operación intermitente se deberá hacer las siguientes consideraciones para determinar los valores equivalentes de corriente

(a) **Valor de corriente en operación continua.** El valor equivalente de corriente en operación continua para la selección de los conductores en circuitos derivados y protección de sobrecorriente deberá ser de 125 % de la corriente de plena carga del motor mayor, más una corriente igual a la suma de las corrientes de plena carga de todos los motores que integran la

máquina, multiplicados por el máximo porcentaje del ciclo continuo al que pueden operar.

(b) **Corriente de rotor bloqueado.** La corriente equivalente a rotor bloqueado deberá ser igual a la suma numérica a rotor bloqueado de los dos motores más grandes, más el 100 % de la suma de las corrientes de placa a plena carga de todos los motores restantes del circuito.

675-8. Medios de desconexión.

(a) **Controlador principal.** El control utilizado para arranque y paro de la totalidad de la máquina, deberá cumplir los siguientes requisitos (1) Una corriente de operación continua no menor de los valores especificados en la sección 675-7 (a) o 675-22 (a). (2) Un valor en watts no menor que los valores indicados en la tabla 430-151 basados en la corriente a rotor bloqueado equivalente especificada en la sección 675-7 (b) y 65-22 (b).

(b) **Medio de desconexión principal.** El medio principal de desconexión de la máquina deberá estar en el punto de conexión eléctrica o deberá estar a la vista y a no más de 15 m de la máquina y deberá ser de fácil y rápido acceso y capaz de bloquearse en la posición de abierto. Este medio de desconexión deberá ser de capacidad no menor que los valores de corriente y watts requeridos en el tablero de control principal.

Esta sección permite que el medio principal de desconexión esté a 15 m de la máquina si es accesible rápidamente y capaz de ser mantenido en la posición de abierto. Esto elimina un juego de protección contra sobrecorriente y un medio de desconexión donde se origina el circuito en el centro de control del motor para la bomba de riego y si este tablero, está dentro de los 15 m del pivote central de la máquina. Esto también elimina algunos problemas con máquinas diseñadas para moverse a otro sitio.

Excepción: Los interruptores no certificados con caballos de potencia, pueden ser permitidos de acuerdo a la sección 430-109.

(c) **Medio de desconexión para controles y motores individuales.** Un medio de desconexión debe ser provisto para desconectar simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra de cada motor y control, y deberá ser localizado como lo requiere el artículo 430 parte 1. Este medio de desconexión no tiene que ser de rápido acceso.

675-9. Conductores de circuitos derivados.

Los conductores en circuitos derivados deberán tener una capacidad de corriente no menor que la especifica en la sección 675-7 (a) o 675-22 (a).

675-10. Varios motores en un circuito derivado.

En la sección 430-53 se prevé la protección de un circuito derivado para circuito corto, falla a tierra y para varios motores conectados a un circuito derivado. En este artículo se encuentra modificaciones especiales para la aplicación en este tipo de equipos.

(a) **Protección requerida.** Se pueden usar varios motores que no excedan 1492 watts (2 CP) en una máquina de riego, siempre y cuando el circuito esté protegido a no más de 30 A a 600 V nominal y siempre que cumplan las siguientes condiciones:

- (1) La corriente de plena carga de cualquier motor en el circuito no deberá exceder los 6 A.
- (2) Cada motor en el circuito deberá contar con su propia protección de sobre carga de acuerdo a la sección 430-32.
- (3) Las terminales de los motores individuales no deberán ser menores de 2.082 mm: (14 AWG) y una longitud que no exceda 7.00 m.

(b) **Protección individual no requerida.** Protección de corto circuito puede ser requerida cuando se ha cumplido con lo establecido en la sección 675-10 (a).

675-11. Anillos colectores.

(a) **Transmisión de corriente por fuerza.** El anillo colector deberá soportar una corriente no menor del 125 % de la corriente de plena carga del mayor dispositivo alimentado más el 100% de la corriente de plena carga de los demás dispositivos alimentados o en su defecto como lo determina la sección 675-7 (a); o 675-22 (a)

(b) **Para propósitos de señal o control.** Los anillos colectores para señal y control deberán tener capacidad para corrientes no menores que el 125% de la corriente del dispositivo mayor alimentado más la suma del 100% de la corriente de plena carga de todos los demás dispositivos servidos o alimentados

(c) **Anillo de tierra.** El anillo colector de puesta a tierra deberá tener una capacidad no menor que la determinada de acuerdo con la sección 675-11 (a).

(d) **Los anillos colectores deberán protegerse** contra las condiciones ambientales y de contacto accidental por medio de protecciones adecuadas

675-12. Puesta a tierra.

El siguiente equipo deberá ser puesto a tierra

- (1) Todo el equipo eléctrico en la máquina de riego
- (2) Todo el equipo eléctrico con la máquina de riego
- (3) Todas las cajas metálicas de conexión y accesorios
- (4) Los tableros de control para suministro o control de equipo eléctrico en la máquina de riego

Excepción La conexión a tierra no se requiere en máquinas donde se han cubierto los siguientes requisitos

- a. Si la máquina es controlada eléctricamente pero no es operada eléctricamente.
- b. La tensión de control es de 30 V o menos
- c. Los controles o señales están limitados en corriente de acuerdo a los especificado en la sección 725-31.

675-13. Métodos de puesta a tierra.

Las máquinas que requieren de conexión a tierra deberán contar con un conductor no portador de corriente de tierra como parte integral de cada cable, ducto o canalización. Este conductor de tierra deberá ser dimensionado de tal manera que no sea menor que el mayor de los conductores activos en cada cable, ducto o canalización. Los alimentadores de corriente para una máquina de riego deberán contar con un conductor de tierra de sección transversal nominal establecido en la tabla 250-95

675-14. Conexión a tierra.

Cuando se requiere conexión de puesta a tierra en una máquina de riego, la estructura metálica de la máquina, las canalizaciones y la pantalla metálica del cable deben estar perfectamente conectadas al conductor a tierra. El contacto metal con metal con una parte que esté conectada al cable de tierra y a las partes no conductoras de corriente, pueden considerarse aceptables como conexión a tierra

675-15. Protección contra descargas atmosféricas.

Si una máquina de riego tiene un lugar fijo, se deberá colocar un electrodo de tierra de acuerdo al artículo 250 parte f) como medio de protección contra descarga atmosférica

675-16. Suministro de más de una fuente.

El equipo dentro de un mismo gabinete que recibe energía eléctrica de más de una fuente no requiere medios de desconexión para la fuente adicional previendo que la tensión sea 30 V o menos y que cumpla con los requerimientos de la sección 725-31

675-17. Conexiones.

Las conexiones externas y conectores en el equipo deben ser del tipo de intemperie a prueba de agua.

Debido a que su construcción está destinada únicamente para propósitos de conexión de circuitos que cumplan con lo establecido en la sección 725-31, estas deben estar construidas como se especifica en la sección 250-99 (a).

B. Máquinas de riego con pivote central.

675-21. Generalidades

Lo previsto en la parte B tiene la intención de cubrir requerimientos especiales adicionales que son peculiares a las máquinas de riego con pivote central. Ver sección 675-2 para la definición de Máquinas de riego con pivote central

675-22. Valores de corriente equivalentes.

Para poder establecer los valores de corriente de tableros de control, medios de desconexión y secciones transversales nominales de conductores para el trabajo intermitente de este tipo de máquinas, se debe utilizar la siguiente recomendación:

Los valores de los componentes eléctricos de cualquier circuito deben ser seleccionados para evitar daño al equipo durante un corto circuito o una falla a tierra

La sección 675-22 contiene requerimientos para establecer los rangos de operación de los componentes de equipo especial para operación intermitente

Se sugiere ver los comentarios de las secciones 110-10 y 430-52

(a) **Operación continua.** El rango de operación continua para la selección de circuitos derivados y dispositivos conectados a éstos, deberá ser igual al 125% de la corriente de placa del motor más grande más el 60 % de la suma de la corriente de placa de todos los demás motores conectados al circuito

(b) **Corriente de rotor bloqueado.** El rango de operación equivalente para la corriente a rotor bloqueado deberá ser igual a dos veces la corriente a rotor bloqueado del motor más grande más el 80 % de la suma de las corrientes a plena carga de todos los demás motores conectados al circuito

ARTICULO 680. PISCINAS, FUENTES E INSTALACIONES SIMILARES

A. Disposiciones Generales

680-1. Alcance.

Este artículo se aplica a la construcción e instalación de alambrado eléctrico para los equipos situados dentro o adyacentes a todas las piscinas de natación, chapoteaderos, terapéuticas y decorativas, fuentes, tinas térmicas y fuentes de aguas termales, tinas de hidromasajes tanto si están instaladas permanentemente como si son portátiles, y a todos los equipos auxiliares tales como bombas, filtros y similares

Nota: El término "piscina" como es utilizado en este artículo incluye piscinas terapéuticas instaladas permanentemente de natación y chapoteaderos. El término fuente como es utilizado en este artículo incluirá fuentes, piscinas ornamentales, piscinas de exhibición y espejos de agua. No se pretende incluir fuentes de agua para beber (bebederos).

680-2. aprobación del equipo.

Todos los equipos instalados en el agua, en las paredes, banquetas, alrededor de piscinas, en fuentes e instalaciones similares, deberán cumplir con las disposiciones de este artículo.

680-3. Otros artículos aplicables.

Con excepción de lo que se modifica en esta sección, las instalaciones de alambrado eléctrico y los equipos en las piscinas y fuentes o adyacentes a ellas, cumplirán con las disposiciones que les sean aplicables de los Capítulos 1 a 4.

Nota: Véase la sección 370-23 para las cajas de conexiones, la sección 347-3 para los tubos rígidos no metálicos y el artículo 720 para el alumbrado de baja tensión.

680-4. Definiciones *(NE. Las definiciones ordenadas alfabéticamente se pueden consultar en el Apéndice.)*

Equipo de iluminación conectado por cordón y clavija: Es un equipo de iluminación que consiste en un accesorio fabricado para montarse empotrado en la pared de una tina de hidromasaje, tina térmica o alberca portátil, con conexión al transformador con cordón y clavija.

Aparato de alumbrado de nicho seco. Aparato de alumbrado para ser instalado en las paredes de las piscinas o fuentes, en un nicho que estará sellado contra la entrada del agua de la piscina

Casco porta-reflector. Estructura diseñada para contener un aparato de alumbrado de nicho mojado y destinado a instalarse en la estructura de una piscina o una fuente

Tina de hidromasaje. Una bañera instalada permanentemente y equipada con un sistema de tubería de recirculación, equipo de bomba y similar, diseñada de manera que pueda circular agua y desaguar después de cada uso

Aparato de iluminación sin nicho: Es un equipo de iluminación diseñado para instalarse encima o dentro del agua sin nicho

Fuentes decorativas y espejos de agua decorativos instaladas en forma permanente: Las que están construidas en la tierra o sobre ella o en un inmueble, de manera que no puedan ser fácilmente desarmadas para ser almacenadas o guardadas estén o no alimentadas por circuitos eléctricos de cualquier tipo. Estas unidades están construidas principalmente por su valor estético y no para servir de piscina de natación o chapoteadero.

Piscina de natación, chapoteadero o tina terapéutica, instalada permanentemente. La que está construida en el piso sobre el piso o dentro de un inmueble de tal manera que la piscina no pueda fácilmente ser desarmada para almacenamiento, esté o no alimentada por circuitos eléctricos de cualquier tipo

Piscina con cubierta, eléctricamente accionada. Equipo accionado con motor, diseñado para cubrir y descubrir la superficie del agua de una piscina por medio de una lámina flexible o una estructura rígida

Fuentes de aguas termales o tinas térmicas. Una piscina de hidromasajes o bañera para uso recreacional o terapéutico que no esté localizada en instalaciones de atención médica, diseñada para la inmersión de usuarios y que tiene normalmente un filtro, calentador y ventilador o compresor accionados por motor. Estas piscinas se pueden instalar dentro o fuera de un recinto, sobre el piso o sobre una estructura de soporte, o a nivel del piso o en una estructura de soporte

Piscina de natación desmontable o chapoteadero desmontable. Es una piscina con una longitud máxima de 5.5 m y una altura máxima de muro de 1.0 m y construida de tal manera que pueda ser fácilmente desmontada para ser guardada y vuelta a montar en su forma original. Una alberca del tipo inflable no metálica se considera como una alberca desmontable, sin importar sus dimensiones

Aparato de alumbrado de nicho mojado. Aparato de alumbrado para ser instalado en un

casco porta-reflector metálico colocado en una estructura de piscina o fuente, donde el aparato estará completamente rodeado de agua

680-5. Transformadores e interruptores con detección de falla a tierra.

(a) **Transformadores.** Los transformadores usados para la alimentación de los aparatos junto con su cubierta o carcasa, deberán ser construidos a prueba de agua y sumergibles. El transformador será del tipo de dos devanados con una separación metálica puesta a tierra entre los devanados de tensión primaria y secundaria.

(b) **Interruptores con detección de falla a tierra.** Los interruptores con detección de falla a tierra deberán ser unidades autocontenidas, tipo interruptor de circuito, tipo contacto, o de tipos certificados

(c) **Alambrado.** Los conductores del lado de la carga de un interruptor con detección de falla a tierra o de un transformador, usados de manera que cumplan con los requisitos de la sección 680-20 (a) (1), no deberán ocupar tubería, cajas de conexiones o compartimientos que contengan otros conductores

Excepción No. 1 Los interruptores con detección de falla a tierra pueden utilizarse en un tablero que contenga circuitos protegidos por interruptores diferentes de los de protección contra fallas a tierra

Excepción No. 2 Los conductores de suministro para un interruptor contra fallas a tierra del tipo de alimentación a través de un contacto se permitirán en un mismo compartimiento

Excepción No. 3 La instalación de los conductores del lado de la carga de un interruptor con detección de falla a tierra se permitira en tubos, cajas o cubiertas que contengan sólo conductores protegidos por interruptores de circuito de falla a tierra.

Excepción No. 4. Los conductores de puesta a tierra

680-6. contactos, aparatos de alumbrado, salidas para alumbrado, dispositivos de interrupción y ventiladores de techo.

(a) **contactos o Contactos**

- (1) No se instalará en el lugar ningún contacto a menos de 3 m de las paredes de una piscina o fuente

Excepción Un contacto que proporcione energía para el motor de una bomba de recirculación de agua instalado permanentemente en la piscina de natación, tal como se permite en la sección 680-7, será permitido entre 1 50 m y 3 00 m de las paredes internas de la piscina; deberá ser simultáneamente de los tipos sencillo, de candado y puesto a tierra. Un contacto alimentado a 127 V será protegido por un interruptor con detección de falla a tierra

- (2) Cuando se instale una piscina de natación en una vivienda ya construida, se deberá instalar por lo menos un contacto de 127 V a una distancia mínima de 3.00 m, y máxima de 6 00 m de las paredes internas de la piscina de natación

- (3) Los contactos de 127 V situados dentro de los 6 00 m de las paredes internas de la piscina deberán estar protegidos por un interruptor con detección de falla a tierra. Ver sección 210-8 (a) (3)

Nota: Para determinar las dimensiones antes indicadas, la distancia por medir es la vía más corta que el cordón de suministro de un artefacto conectado al contacto seguirá sin atravesar un piso del inmueble pared cie o raso pasillo con puerta corrediza o de bisagra, ventana u otra barrera sólida permanente

(b) **Aparatos para alumbrado y salidas para alumbrado.**

- (1) Los aparatos para alumbrado y salidas de alumbrado no deberán instalarse sobre la piscina o sobre un área que extienda por 1 50 m horizontalmente desde las paredes de la piscina a menos que se encuentren a una distancia de 3 70 m del nivel máximo

del agua.

Excepción No. 1 Los aparatos para alumbrado y salidas para alumbrado ya existentes, situados a menos de 1.50 m, al medirse horizontalmente desde las paredes internas de la piscina, deberán estar a un mínimo de 1.50 m, sobre el nivel máximo de la superficie del agua y deberán estar instalados rigidamente en la estructura existente.

Excepción No. 2. En piscinas interiores, las limitaciones de la sección 680-6 (b)(1) no se aplicarán si todas las siguientes condiciones se cumplen: (1) que los aparatos sean del tipo totalmente protegido, (2) que el interruptor de circuito con detección de falla a tierra se instale en el circuito derivado que alimenta el o los aparatos, (3) que la distancia desde la base del aparato hasta el nivel máximo del agua no sea menor de 2.30 m

(2) Los aparatos de alumbrado y las salidas para alumbrado instalados en el área que se extiende horizontalmente entre 1.50 m y 3.00 m desde las paredes internas de una piscina deberán ser protegidos con un interruptor de circuito con detección de falla a tierra, a menos que estén instalados a 1.50 m sobre el nivel máximo del agua e instalados en la estructura adecuada adyacente a ella o alrededor de la piscina.

(3) Los aparatos de alumbrado conectados con un cordón deben cumplir las mismas especificaciones que los equipos conectados por cordones, indicadas en la sección 680-7, cuando se instalen a una distancia menor de 5.00 m de cualquier punto de la superficie del agua, medida radialmente

(c) **Dispositivos de interrupción.** Los dispositivos de interrupción se ubicarán por lo menos a una distancia de 1.50 m desde las paredes internas de la piscina, a menos que estén separados de la misma por un muro sólido, pared u otra barrera permanente

680-7. Equipo conectado por clavija y cordón.

Los equipos fijos o estacionarios de capacidad nominal de 20 A o menor, que no sean aparatos de alumbrado subacuáticos para una piscina de instalación permanente, pueden conectarse con un cordón flexible, para facilitar su remoción o desconexión para mantenimiento o reparación. Para las piscinas diferentes de las desmontables, la longitud del cordón flexible no será mayor de un metro y tendrá un conductor de cobre con puesta a tierra del equipo de sección transversal nominal no menor de 3 307 mm² (No 12 AWG) y un enchufe del tipo de puesta a tierra

Véase la sección 680-25 (e) para conexiones con cables flexibles

680-8. Separación de conductores aéreos.

Las partes de piscina indicadas a continuación no se colocarán debajo de acometidas aéreas existentes ni de otras líneas aéreas descubiertas ni tampoco se harán tales instalaciones por encima de las siguientes paredes

- (1) Piscinas interiores y el área que la rodea hasta 3.00 m medidos horizontalmente desde las paredes de la piscina
- (2) Estructuras de trampolines
- (3) Puestos de observación, torres y plataformas

Excepción No. 1 Las construcciones indicadas en los puntos (1), (2) y (3) anteriores se permitirán bajo líneas o acometidas eléctricas cuando tales instalaciones posean los siguientes espacios libres

Excepción No. 2 Se permitirán conductores de comunicación de una utilidad apropiada, operados y mantenidos por el propietario, cables coaxiales y sistemas de antena comunitaria que cumplan con el artículo 820 y mensajeros de soportes a una altura no menor de 3.00 m sobre la piscina de natación y chapoteaderos en estructuras de trampolín, puestos de observación y torres o plataformas

Nota: Ver la sección 225-18 y 225-19 para distancias en conductores no cubiertos por esta sección.

Tabla 680-8.-Separación de conductores aéreos, Excepción No. 1.

		Todos los demás conductores de suministro Tensión a tierra 0-15 kV Mayor de 15 a 50 kv	
	Suministro de 0-750 V a tierra, soportado en y cableado junto a una estructura desnuda efectivamente conectada a tierra o con neutro efectivamente puesto a tierra		
A Espacios libres en cualquier dirección al nivel del agua, borde de la superficie del agua o base de la plataforma	5.5 m	7.6 m	8.2 m
B Espacios libres en cualquier dirección de la plataforma	4.3 m	4.8 m	5.5 m
C Limite horizontal de espacio libre medido desde la pared interior de la alberca	Este limite se debe extender al otro borde de las estructuras mencionadas en (1) y (2) anteriores pero no menor que 3.05 m		

680-9. Calentadores eléctricos de agua para piscinas.

Todos los calentadores eléctricos de agua para piscinas deberán tener los elementos calentadores subdivididos en cargas que no excedan 48 A y protegidos a no más de 60 A

La capacidad de corriente de los conductores de circuito nominal y la capacidad nominal o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no serán menores que el 125% de la carga total de la capacidad nominal de la placa de datos.

680-10. Instalación del alambrado bajo el piso.

No se permitira el alambrado para otros usos, bajo el piso de la piscina o debajo del área en una extensión de 1.50 m medidos horizontalmente desde las paredes internas de la piscina.

Excepción No. 1 Se permitira dentro de esta área el alambrado necesario para alimentar los equipos de piscina permitidos en esta sección

Excepción No. 2 Cuando por limitaciones de espacio el alambrado no pueda cumplir con los 1.50 m, o más se permitirá que el alambrado sea instalado en tubo metálico, o sistemas de canalizaciones no metálicas. Todos los tubos metálicos serán resistentes a la corrosión y adecuados para la instalación. La mínima profundidad de instalación será como sigue.

Método de alambrado	Profundidad en cm
Tubería pared gruesa galvanizada	15.24
Tubería pared delgada galvanizada	15.24
Tubería rígida no metálica certificada para ser directamente enterrada sin cubierta de concreto	45.72
Otras canalizaciones certificadas*	45.72

* *Nota:* las canalizaciones certificadas para ser enterradas solamente cuando tengan una cubierta de concreto requieren que esta tenga no menos de 50.8 mm de espesor

680-11. Casa de máquinas y equipos.

Los equipos eléctricos no serán instalados en locales cuyo drenaje no sea adecuado para prevenir acumulaciones de agua durante operaciones normales o en mantenimiento de filtros.

B. Piscinas de instalaciones permanentes.

680-20. Aparatos de alumbrado subacuáticos.

Los párrafos (a) hasta (d) de esta sección se aplicarán a los aparatos de alumbrado instalados por debajo del nivel normal del agua de la piscina

(a) Generales

- (1) El diseño de un aparato de alumbrado subacuático alimentado por un circuito, sea directa o mediante un transformador que cumpla con los requisitos de la sección 680-5 (a), debe ser tal que cuando el aparato esté instalado adecuadamente sin un interruptor de detección de falla a tierra no exista ningún peligro de choque eléctrico al producirse cualquier combinación de fallas durante el funcionamiento normal (ni cuando se cambian las lámparas).

Además se deberá instalar un interruptor con detección de falla a tierra en un circuito de aparatos de alumbrado que funcionen a más de 15 V, para que no exista ningún peligro de choque eléctrico cuando se cambien las lámparas. La instalación del interruptor contra fallas a tierra debe ser tal que no exista ningún peligro de choque cuando se produzca cualquier combinación de fallas que incluyan una persona en el trayecto conductor a tierra entre una parte no puesta a tierra del circuito o del aparato que debe estar puesta a tierra

El cumplimiento de estos requisitos se debe lograr mediante el uso de un aparato de alumbrado subacuático certificado y la instalación en el circuito de un interruptor contra fallas a tierra certificado.

- (2) No se instalarán aparatos de alumbrado que funcionen a una tensión mayor de 150 V entre conductores
- (3) Los aparatos de alumbrado montados en paredes serán instalados con la parte superior del lente por lo menos 0.45 m por debajo del nivel normal del agua de la piscina. Los aparatos de alumbrado con el frente dirigido hacia arriba, tendrán los lentes adecuadamente protegidos para impedir el contacto con cualquier persona

Excepción Serán permitidos los aparatos de alumbrado certificados para el uso a una profundidad de no menos de 1.00 m bajo el nivel normal del agua de la piscina

- (4) Los aparatos que dependen de inmersión para operación segura deberán estar protegidos contra sobrecalentamiento cuando no estén sumergidos

(b) Aparatos de nicho mojado.

- (1) Se instalarán botes porta-reflectores, metálicos certificados para el montaje de aparatos de alumbrado de nicho mojado y estarán equipados con entradas para tubo rígido roscado, deberán extenderse desde los botes porta-reflectores hasta la caja de acuerdo o cualquier otra cubierta colocada según se indica en la sección 690-21. Los tubos serán metálicos rígidos metálicos de pared delgada o gruesa o rígidos no metálicos, los tubos metálicos serán de bronce u otros metales certificados resistentes a la corrosión. Cuando se use tubo rígido no metálico, se instalará en el tubo un conductor aislado soldado de cobre de sección transversal nominal de 8.367 mm² (No 8 AWG) con prevención para su conexión en la caja de conexiones del bote porta-reflector, o en la cubierta del transformador, o protegido con el interruptor contra fallas a tierra. La unión del conductor con el bote porta-reflector debe estar cubierta con un compuesto para proteger la conexión contra la corrosión por el agua de la piscina. Las piezas metálicas del aparato y del bote porta-reflector que estén en contacto con el

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

agua de la piscina serán de bronce o de otro material resistente a la corrosión

- (2) El extremo de la envoltura del cordón flexible y las terminales de los conductores correspondientes dentro de un aparato deben estar cubiertos con un compuesto sellador con el fin de impedir la entrada de agua en el aparato por los cordones o sus conductores. Deberá protegerse de manera similar la extensión de puesta a tierra, para evitar así el deterioro que producirá el agua si llegase a entrar en el aparato
- (3) El aparato se fijará y se pondrá a tierra en el bote porta-reflector mediante un dispositivo de bloqueo eficaz, que asegure una baja resistencia de contacto y requiera una herramienta para retirar el aparato porta-reflector.

(c) Aparato de nicho seco. Un aparato de alumbrado de nicho seco estará provisto de:

- (1) medios para el drenaje del agua y
- (2) medios necesarios para acomodar un conductor de puesta a tierra de equipo por cada tubo que entre

Se instalará un tubo rígido metálico o no metálico, o un tubo metálico pared gruesa certificado, desde el aparato de alumbrado hasta el equipo de servicio o el tablero de distribución. No se requiere una caja de conexiones, pero si se usa una caja, ésta no necesita tener la altura ni la ubicación especificadas en la sección 680-21 (a) (4) si el aparato de alumbrado está específicamente certificado para tal propósito.

Excepción Se permitira usar tubería metálica de pared delgada para proteger los conductores cuando se instalen sobre o dentro de los edificios

(d) Aparatos que no sean nichos. Un aparato que no es nicho debe :

- (1) Ser certificado para el uso que se le pretenda dar
- (2) Estar instalado de acuerdo por lo requerido en la sección 680-20(b)

680-21. Cajas de conexiones y cubiertas para transformadores y para interruptores contra fallas a tierra.

(a) Cajas de conexiones. Toda caja de conexiones conectada a un tubo que se extiende directamente a un bote porta-reflector sera

- (1) provista para recibir tubería roscada,
- (2) de cobre, bronce, plástico adecuado u otro material certificado resistente a la corrosión,
- (3) debiera haber continuidad eléctrica entre cada tubo metálico conectado a una caja de conexiones y las terminales de puesta a tierra, para lo cual se utilizara cobre, bronce u otro material certificado como resistente a la corrosión y que forme parte integral de la caja,
- (4) estara colocada a no menos de 0.20 m, medidos desde el borde de adentro de la caja del nivel del piso, de la acera de la piscina o el nivel máximo del agua de la piscina, cualquiera de los tres que tenga la mayor altura y a no menos de 1.20 m de la pared interior de la piscina, a menos que este separada de ella por una cerca sólida, pared o barrera permanente

Excepción En circuitos de alumbrado de 15 V o menos se permitirá una caja de conexiones embutida a ras de la acera siempre que

- a. se emplee un compuesto para rellenar la caja e impedir la entrada de la humedad y
- b. la caja este ubicada a no menos de 1.20 m de la pared interior de la piscina

(b) Otras cubiertas. La cubierta de un transformador, de un interruptor contra fallas a tierra o de un dispositivo similar conectada a un tubo que se acopia directamente a un bote porta-reflector debiera cumplir las condiciones siguientes

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- (1) estará provista de entradas para tubo roscado,
- (2) estará equipada con un sello registro en la entrada del tubo, que impida la circulación de aire entre el tubo y la cubierta,
- (3) deberá haber continuidad eléctrica entre cada tubo metálico conectado y los terminales de puesta a tierra de cobre, bronce u otro metal certificado como resistente a la corrosión que sean parte integral de la cubierta,
- (4) estará ubicada a no menos de 0.20 m, medidos desde el borde de adentro de la cubierta del nivel del piso, de la acera de la piscina o del nivel máximo del agua de la piscina, cualquiera que dé la mayor altura, y a no menos de 1.20 m, de la pared interior de la piscina, a menos que esté separada de ella por una cerca sólida, pared o barrera permanentemente instalada.

(c) **Protección.** Las cajas de conexiones y cubiertas instaladas por encima de la rasante de la acera alrededor de la piscina, no estarán colocadas en la acera misma a menos que estén provistas de protección adicional, tal como será colocarlas debajo de los trampolines adyacentes a las estructuras fijas o medios similares

(d) **Terminales de puesta a tierra.** Las cajas de empalmes, cubiertas de transformadores y de interruptores contra fallas a tierra, conectadas a un tubo que se extienda directamente hasta un bote porta-reflector, estarán provistas de terminales de puesta a tierra en cantidad no menor al número de tubos que entre más uno

(e) **Medios para distribuir esfuerzos.** Los terminales de un cordón flexible de un aparato de alumbrado subacuático que estén dentro de una caja de conexiones, cubierta de un transformador, del interruptor contra fallas a tierra u otras cubiertas, estarán provistos de un medio para distribuir los esfuerzos

680-22. Interconexiones.

Nota: No es la intención de esta sección que el conductor de interconexiones de cobre sólido de sección transversal nominal de 8 367 mm² (No 8 AWG) o mayor, requiera extenderse o unirse a cualquier tablero distante, equipo de acometida o cualquier electrodo, sino solo para ser empleado en eliminar el aumento o disminución de tensión en el área de la piscina, como se ha establecido

(a) **Partes interconectadas.** Las partes indicadas a continuación estarán interconectadas:

- (1) Todas las partes metálicas de la estructura de la piscina, incluyendo el metal reforzado de la piscina, brocal y cubierta,
- (2) todos los botes porta-reflectores,
- (3) todos los accesorios metálicos que estén dentro o fijados a la estructura de la piscina,
- (4) las partes metálicas de los equipos eléctricos relacionados con el sistema de circulación de agua de la piscina, incluyendo los motores de la bomba,
- (5) las partes metálicas del equipo relacionado con las cubiertas de la piscina, incluyendo los motores eléctricos
- (6) los tubos metálicos, tubería metálica y todas las partes metálicas fijas que estén dentro de una distancia de 1.50 m desde las paredes internas de la piscina y que no estén separadas de esta por una barrera permanente

Excepción No. 1 Los alambres usuales de acero se considerarán adecuados para la unión del acero estructural y no necesitarán soldadura ni mordazas especiales

Excepción No. 2 Las partes aisladas que no son de más de 0.10 m en cualquier dimensión y no penetran en la estructura de la piscina más de 0.025 m no requerirán interconexión.

Excepción No. 3 Acero de refuerzo estructural de paredes o piso soldadas a la estructura se

permitirán como malla de tierra para partes no eléctricas, estando de acuerdo con lo indicado en la sección 250-113.

(b) **Rejilla común de interconexión.** Esta debe conectarse a una malla común de interconexión con un conductor sólido de cobre aislado, cubierto o desnudo, no menor de 8.367 mm² (No 8 AWG) Las conexiones deben hacerse con conectores a presión o abrazaderas de cobre, bronce o aleación de cobre. La malla común de interconexión puede ser de cualquiera de los elementos indicados a continuación

- (1) El acero estructural de refuerzo de una piscina de concreto donde las barras están interconectadas con el alambre de acero normal de atadura o equivalente,
- (2) las paredes de una piscina metálica atornillada o soldada,
- (3) un conductor sólido de cobre aislado, cubierto o desnudo, no menor de 8.367 mm² (No 8 AWG)

(c) **Calentadores de agua para piscinas.** Para los calentadores de agua para piscina que tienen una capacidad nominal de más de 50 A y que tienen instrucciones especificadas con relación a la interconexión y puesta a tierra, se interconectarán solamente aquellas partes que estén diseñadas para ser interconectadas y se pondrán a tierra solamente las partes diseñadas para ser puestas a tierra

680-23. Equipos de sonido subacuáticos.

Todos los equipos de sonido subacuáticos serán certificados para este propósito.

(a) **Altavoces.** Cada altavoz deberá estar montado dentro de un bote porta-reflector de metal certificado, cuyo frente sea cerrado por una pantalla metálica cautiva, o equivalente, que esté unida y asegurada al bote porta-reflector por un dispositivo de cierre del tipo positivo, que asegure un contacto de resistencia baja y requiera una herramienta al abrirse para la instalación o mantenimiento del altavoz. El bote porta-reflector estará instalado en un nicho en la pared o piso de la piscina

(b) **Métodos de cableado.** Los tubos rígidos de metal o tubos de metal pared delgada, de bronce u otros metales resistentes a la corrosión, o tubos rígidos no metálicos, deberán extenderse desde el bote porta-reflector hasta una caja de conexiones adecuada u otra cubierta, como se indica en la sección 680-21. Cuando se use un tubo rígido no metálico se deberá instalar en ese tubo rígido un conductor aislado de cobre de 8.37 mm² (No 8 AWG), con provision para terminar en el boteo porta-reflector y la caja de conexiones. La terminación del conductor en el bote porta-reflector deberá ser cubierta o encapsulada con un adecuado compuesto resinoso para proteger dicha conexión del posible efecto deteriorante del agua

(c) El bote porta-reflector y la pantalla de metal deberán ser de bronce u otro metal certificado como resistente a la corrosión

680-24. Puesta a tierra. Se pondrán a tierra los equipos siguientes:

- (1) aparatos de alumbrado subacuático de nicho mojado,
- (2) los aparatos de alumbrado subacuático de nicho seco,
- (3) todos los equipos eléctricos colocados dentro de 1.50 m desde las paredes interiores de la piscina de nicho seco se pondrán a tierra a la terminal de puesta a tierra del equipo de tableros. Esta terminal estará directamente conectada a la cubierta del tablero. El conductor de puesta a tierra del equipo se instalará sin unión ni empalme
- (4) todos los equipos eléctricos relacionados con el sistema de recirculación de agua de la piscina
- (5) las cajas de conexiones
- (6) la cubierta de los transformadores.

- (7) los interruptores contra fallas a tierra del circuito,
- (8) los tableros que no formen parte del equipo de acometida y que alimenten cualquier equipo eléctrico de la piscina

680-25. Métodos de puesta a tierra

(a) **Disposiciones generales.** Se aplicarán las disposiciones que siguen para la puesta a tierra de aparatos de alumbrado subacuático, cajas de conexiones metálicas, cubiertas metálicas de transformadores, tableros, motores y otras cubiertas eléctricas y equipos.

(b) **Aparatos de alumbrado en piscina y otros equipos.**

- (1) Los aparatos de alumbrado de nicho mojado estarán conectados a un conductor de puesta a tierra del equipo, cuya sección transversal nominal esté de acuerdo con la tabla 250-95 pero no sea menor de 3 307 mm² (No 12 AWG) El conductor será de cobre aislado y será alojado con los conductores del circuito en tubo rígido metálico o tubo rígido no metálico

Excepción No. 1 Se permitira el uso de tubería metálica para la protección de los conductores que vayan sobre o dentro de inmuebles

Excepción No. 2 El conductor de puesta a tierra del equipo entre la cámara de alumbrado del bobinado secundario de un transformador y la caja de conexiones será de una sección transversal nominal que esté de acuerdo con el dispositivo contra sobrecorriente de este circuito.

- (2) La caja de empalmes, cubierta del transformador u otra cubierta, en el circuito de alimentación de un aparato de alumbrado de nicho mojado y la cámara de alumbrado hecha en obra para el aparato de alumbrado de nicho seco, se deben poner a tierra en la terminal para puesta a tierra del equipo del tablero de distribución. Esta terminal estará directamente conectada a la cubierta del tablero. El conductor de puesta a tierra del equipo se instalará sin uniones ni empalmes

Excepción No.1 Cuando más de un aparato de alumbrado subacuático es alimentado por el mismo circuito derivado el conductor de puesta a tierra del equipo instalado entre las cajas de conexiones cubiertas del transformador, u otras cubiertas en el circuito alimentador de aparatos de alumbrado de nicho mojado o entre los compartimientos de alumbrado hechos en obra, de los aparatos de alumbrado de nicho seco, puede terminar en terminales de puesta a tierra

Excepción No.2 Cuando el aparato de alumbrado subacuático se alimente desde un transformador, un interruptor de falla a tierra, un interruptor operado por un reloj, un interruptor de resorte manual, que esta localizado entre el tablero y una caja de conexiones, conectados a la tubería que se extiende directamente hasta el aparato de alumbrado subacuático, el conductor de puesta a tierra del equipo puede llegar a las terminales de puesta a tierra en el transformador, interruptor de falla a tierra o cubierta del interruptor.

- (3) Los aparatos de alumbrado de nicho mojado que esten alimentados por cables o cordones flexibles tendran todas las partes metálicas no conductoras de corriente descubiertas puestas a tierra por un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre aislado y que sea parte integral del cordón o cable. Este conductor de puesta a tierra sera conectado a un terminal de tierra en la caja de conexiones de alimentación cubierta del transformador u otras cubiertas. El conductor de puesta a tierra no será menor que el conductor de alimentación no menor de 1 307 mm² (No 16 AWG).

(c) **Motores.** Los motores relacionados con piscinas deberan conectarse a un conductor de puesta a tierra de acuerdo con la tabla 250-95, pero no menor de 3 307 mm² (No 12 AWG) Debera ser un conductor de cobre aislado y se instalará con los conductores del circuito dentro de un tubo metálico rígido o tubo no metálico rígido

Excepción No. 1 La tubería metálica eléctrica podrá ser usada para proteger los

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

conductores cuando se instalen sobre o dentro de edificios

Excepción No. 2. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles dentro de un motor o adyacentes a él, se permitirá tubo metálico flexible hermético al líquido con accesorios certificado.

Excepción No. 3. Se permitirá cualquiera de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3 de esta NOM para ser usado en unidades de vivienda unifamiliares

Excepción No. 4. Se permitirá cordón flexible de acuerdo con la sección 680-7.

d) **Tableros.** Un tablero que no sea parte del equipo de acometida tendrá un conductor de puesta a tierra de equipo instalado entre su terminal de puesta a tierra y el terminal de puesta a tierra del equipo de acometida. Este conductor será de sección transversal nominal acorde con la tabla 250-95 pero no menor que 3 307 mm² (No 12 AWG); será un conductor aislado e instalado con los conductores alimentadores en un tubo metálico rígido o tubo no metálico rígido. El conductor de puesta a tierra del equipo será conectado a una terminal de puesta a tierra del equipo de tableros.

Excepción No. 1 El conductor de puesta a tierra de equipos entre un tablero lejano existente y el equipo de acometida no necesita colocarse en un tubo si la interconexión se hace por medio de un cable certificado ensamblado con un aislante que tenga un conductor de puesta a tierra de equipos con cubierta

Excepción No. 2 La tubería eléctrica metálica se podrá usar para proteger los conductores cuando estén instalados sobre o dentro de inmuebles

Nota: Ver sección 348-1

(e) **Equipos conectados con cordones.** Cuando se conecten equipos fijos o estacionarios con un cordón flexible para facilitar su remoción o desconexión para mantenimiento, reparación o almacenamiento, como está indicado en la sección 680-7, los conductores de puesta a tierra de equipos deberán conectarse a una parte metálica fija del conjunto. La parte que es retráctil estará montada sobre la parte metálica fija o estará interconectada a ella

(f) **Otros equipos.** El equipo eléctrico que no sea aparatos de alumbrado subacuático será puesto a tierra de acuerdo con el artículo 250 y conectado por el método de alambrado descrito en el Capítulo 3

680-26. Cubiertas de piscina accionadas eléctricamente.

(a) **Motores y controladores.** Los motores eléctricos, controladores y alambrado estarán ubicados por lo menos a 1.50 m de la pared interna de la piscina, a menos que estén separados de ésta por una pared cubierta u otra barrera permanente. Los motores eléctricos instalados por debajo del nivel de la piscina deberán ser del tipo totalmente cerrado

Nota 1: Para gabinetes instalados en lugares secos y mojados, ver la sección 373-2(a)

Nota 2: Para interruptores o desconectores automáticos instalados en lugares mojados, ver la sección 380-4

Nota 3: Para protección contra líquidos ver la sección 430-11

(b) **Métodos de alambrado.** El motor eléctrico y el controlador deberán estar conectados a un circuito protegido por un interruptor de circuito contra falla a tierra

680-27. Calefacción en el área del borde.

Las disposiciones de este artículo se aplican a todas las áreas del borde de la piscina, incluyendo piscinas cubiertas cuando las unidades de calefacción accionadas eléctricamente se instalen a la distancia de 600 mm de la pared interna de la piscina.

(a) **Unidades de calefacción.** La unidad de calefacción será fijada rigidamente a la estructura y será de tipo hermético o resguardado. La unidad de calefacción no será montada sobre la piscina o sobre un área de 1.50 m que se extienda horizontalmente desde la pared

interna de la piscina.

(b) **Radiadores eléctricos permanentes.** Los radiadores eléctricos estarán adecuadamente resguardados y asegurados a su dispositivo de montaje. Los calentadores no serán instalados sobre la piscina o sobre una extensión de un área de 1.50 m medidos horizontalmente desde la pared interna de la piscina y serán montados a menos de 3.70 m verticalmente por encima de la acera de la piscina, a menos que se apruebe de otra manera

(c) **Cables de radiadores no permitidos.** No serán permitidos cables de radiadores empotrados en el borde de concreto

C. Piscina desmontable

680-30. Bombas.

Una bomba con filtro para piscina conectada por cordón debe tener incorporado un sistema certificado de doble aislamiento o su equivalente y debe estar provista con medios para la puesta a tierra solamente de las partes metálicas del artefacto, internas e inaccesibles, que no transporten corriente. El medio de puesta a tierra debe ser un conductor de puesta a tierra de equipos instalado con los propios conductores de la fuente de alimentación en el cordón flexible, que esté adecuadamente terminado por un enchufe de tipo con puesta a tierra y que tenga una pieza de contacto fija para la puesta a tierra

680-31. Necesidades de interruptores contra fallas a tierra.

Todos los equipos eléctricos, incluyendo los cordones de alimentación usados en piscinas desmontables, deberán protegerse con interruptores contra fallas a tierra

Nota: Cuando se usan cordones flexibles, véase la sección 400-4.

680-32. Aparatos de alumbrado.

Un aparato de alumbrado instalado en o sobre la pared de una alberca desmontable debe ser del tipo de conectar con clavija. Este aparato debe

- (1) No tener partes metálicas expuestas
- (2) Tener una lámpara que opere a 15 V o menos
- (3) Tener lentes poliméricos resistentes al impacto y tener una cubierta para el transformador
- (4) Tener un transformador que cumpla lo requerido por la sección 680-5(a) con una tensión en el primario de no más de 150 V

Excepción Un aparato de alumbrado sin transformador y con lámpara operando a no más de 150 V puede ser del tipo para conectar por medio de clavija si se cumple con lo siguiente

- a. No tiene partes metálicas expuestas
- b. Tiene lentes poliméricos resistentes al impacto
- c. Está provisto de un interruptor de falla a tierra que forma parte del aparato.
- d. Está permanentemente conectado al interruptor de falla a tierra
- e. Cumple con lo requerido en la sección 680-20 (a)

D. Aguas termales y tinas térmicas.

680-40. Instalaciones exteriores.

Las instalaciones exteriores de fuentes de aguas termales y tinas deberán cumplir con las disposiciones de A y B

Excepción No. 1 Cintas metálicas o abrazaderas usadas para asegurar los peldaños de madera no están incluidas en la sección 680-22

Excepción No. 2 Las unidades en conjunto certificadas pueden conectarse por medio de cordón y clavija, no mayor de 4.60 m y serán protegidas por un interruptor contra fallas a tierra.

Excepción No. 3. Se permitirá la conexión de metal a metal de una estructura común o base.

Excepción No. 4. Las unidades empaquetadas que utilicen un tablero remoto instalado de fábrica pueden ser conectadas con tubería flexible a prueba de líquidos de no más de 0.92 m de longitud

680-41. Instalaciones interiores.

Las instalaciones interiores de una tina térmica o de una fuente de aguas termales estarán conformes con los requisitos de esta parte y el método de alambrado será según lo indicado en el Capítulo 3.

Excepción. En las unidades en conjunto certificadas, de capacidad nominal de 20 A o menor, se permitirá conectar un cordón y enchufe para facilitar la remoción o desconexión para mantenimiento y reparación

(a) Contactos

(1) Se localizarán los contactos en el lugar a no menos de 1.50 m de la pared interna de la fuente termal o la bañera térmica

(2) Los contactos de 127 V localizados dentro de 3.00 m desde la pared interna de la tina térmica o de aguas termales, serán protegidos por un interruptor contra fallas a tierra

Nota: En la determinación de las dimensiones, la distancia medida es la línea más corta que el cordón de alimentación de un artefacto conectado al contacto debería seguir sin penetrar un piso, pared o techo de una edificación u otra barrera fija.

(3) Los contactos que suministren alimentación de un artefacto conectado al contacto deberán seguir sin penetrar un piso, pared o techo de una edificación u otra barrera fija

(b) Aparatos de alumbrado y salidas para alumbrado

(1) Los aparatos de alumbrado y salidas para alumbrado localizados sobre fuentes de aguas termales o bañeras térmicas, o dentro de los 1.50 m medidos horizontalmente desde el interior de las paredes de las aguas termales o bañeras térmicas, estarán a un mínimo de 2.30 m sobre el nivel máximo del agua y serán protegidos con un interruptor contra fallas a tierra

Excepción No. 1 Los aparatos y salidas para alumbrado localizadas a 3.60 m o más sobre el nivel máximo del agua no requerirán protección de un interruptor de circuito contra falla a tierra

Excepción No. 2 Los aparatos de alumbrado que reúnan los requisitos de (a) y (b) siguientes y que estén protegidos por un interruptor de falla a tierra, se podrán instalar a menos de 2.30 m sobre las aguas termales o bañeras térmicas

a. Los aparatos empotrados con un lente plástico o de vidrio y un borde no metálico apropiados para usarse en lugares mojados

b. Los aparatos montados en la superficie con un globo plástico o de vidrio y un dispositivo no metálico para usarse en lugares mojados

(2) Los aparatos de alumbrado subacuático cumplirán con las disposiciones de la parte B de esta sección.

(c) Apagadores de pared. Los apagadores se localizarán a no menos de 1.50 m, medidos horizontalmente desde el interior de la pared de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas

(d) Conexión. Las siguientes partes se conectarán juntas

(1) Todos los accesorios metálicos dentro o fijos a la estructura de la fuente de aguas termales o piscina térmica

(2) Partes metálicas de los equipos eléctricos asociados al sistema de circulación del agua de la fuente de aguas termales y bañeras térmicas, que no estén separadas de la

bomba.

- (3) Canalizaciones metálicas y cañerías metálicas, dentro de 1.50 m del interior de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas y que no estén separadas de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas por una barrera permanente.
- (4) Todas las superficies metálicas que están dentro de los 1.50 m de la pared interna de la fuente de aguas termales o de las tinas térmicas y no están separadas de éstas por una barrera permanente
- (5) Dispositivos y controles eléctricos no asociados con la fuente de aguas termales y de las bañeras térmicas se ubicarán a 1.50 m, o más, de las unidades que serán conectadas al sistema de la fuente de aguas termales y tinas térmicas

(e) **Métodos de conexión.** Todas las partes metálicas asociadas con la fuente de aguas termales y tinas térmicas se conectarán por cualquiera de los siguientes métodos: la interconexión de tubería y accesorios metálicos roscados o de tubería metálica en un montaje de metal a metal sobre una estructura o base común, o por la provisión de un conector de alambre de interconexión de cobre aislado cubierto o desnudo, no menor de 8.367 mm² (No 8 AWG sólido)

(f) **Puesta a tierra.** Los siguientes equipos serán puestos a tierra

- (1) Todos los equipos eléctricos localizados dentro de los 1.50 m desde la pared interior de la fuente de aguas termales o de las tinas térmicas.
- (2) Todos los equipos eléctricos asociados al sistema de circulación del agua de la fuente de aguas termales y tinas térmicas

(g) **Métodos de puesta a tierra.**

- (1) Todos los equipos eléctricos serán puestos a tierra de acuerdo con el artículo 250 y conectados por el método de alambrado establecido en el Capítulo 3
- (2) Cuando el equipo se conecte con un cordón flexible, el conductor de puesta a tierra del equipo será conectado a una parte metálica fija del conjunto

(h) **Calentadores de agua eléctricos.** Todos los calentadores de agua eléctricos para aguas termales o bañeras térmicas deberán ser certificados, tener los elementos de calefacción subdivididos en carga que no excedan los 48 A y estar protegidos a no más de 60 A

La capacidad de corriente de los conductores del circuito y la capacidad o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, no deberán ser menores que el 125% del total de la carga de la capacidad nominal de la placa de datos

(i) **Equipo de audio subacuático** El equipo de audio subacuático debe cumplir con lo previsto en las partes B o C de este artículo

680-42. Protección El equipo eléctrico asociado con las tinas térmicas debe ser protegido por interruptores de falla a tierra

E. Fuentes

680-50. Disposiciones generales

Las disposiciones de la parte E se aplicarán a todas las fuentes que están definidas en la sección 680-4. Las fuentes que tienen agua común de una piscina cumplirán con los requisitos para piscinas de esta sección

Excepción Las fuentes desmontables auto-abastecidas no mayores de 1.50 m, en cualquier dimensión no están cubiertas por la parte E

680-51. Aparatos de alambrado, bombas y otros equipos sumergibles

(a) **Interruptores contra fallas a tierra.** Se instalará un interruptor contra fallas a tierra en los circuitos ramales que alimenten equipos de fuentes

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Excepción. Estos interruptores no se necesitan cuando los equipos funcionan a 15 V o menos y están alimentados por un transformador que cumpla con la sección 680-5 (a).

(b) **Tensión de operación.** Todos los aparatos de alumbrado se instalarán para operar a 150 V o menos entre conductores. Bombas y equipos sumergibles operarán a 300 V o menos entre conductores.

(c) **Lentes de aparatos de alumbrado.** Los aparatos de alumbrado se instalarán con su parte superior por debajo del nivel de agua de la fuente, a menos que estén certificados para ser colocados por encima. Un aparato de alumbrado dirigido hacia arriba debe tener su lente resguardado para impedir el contacto de cualquier persona.

(d) **Protección contra aumentos de temperatura.** Los equipos eléctricos cuyo funcionamiento seguro depende de la condición de estar sumergidos, deben estar protegidos contra aumentos de temperatura por medio de un sistema de interrupción que opere cuando el nivel de agua descienda u otros medios certificados para protegerlos cuando no estén sumergidos.

(e) **Alambrados.** Los equipos deben estar provistos de entradas roscadas para tubos o de cordones flexibles adecuados. La longitud máxima de cordón expuesto dentro de la fuente debe estar limitada a 3.00 m. Los cordones que se prolonguen más allá del perímetro de la fuente estarán dentro de un ducto certificado para alambrado. Las partes metálicas de equipos que están en contacto con el agua, deben ser de bronce o de otro metal certificado como resistente a la corrosión.

(f) **Mantenimiento.** Los equipos deben poder sacarse del agua para el cambio de lámparas o el mantenimiento normal. Los aparatos no deben estar permanentemente empotrados en la estructura de la fuente, de manera que sea necesario reducir el nivel del agua o sacarla enteramente para el cambio de lámparas, el mantenimiento o las inspecciones.

(g) **Estabilidad.** Los equipos deben tener una estabilidad inherente o estar fijados en su sitio de manera segura.

680-52. Cajas de conexiones u otras cubiertas

(a) **Disposiciones generales.** Las cajas de empalme y otras cubiertas que se utilizan para instalaciones que no son subacuáticas cumplirán con las secciones 680-21(a)(1), (2) y (3) y (b) (c) y (d).

(b) **Cajas de conexiones u otras cubiertas subacuáticas.** Las cajas de conexiones y otras cubiertas subacuáticas serán herméticas al agua y

- (1) estarán equipadas con entradas roscadas para tubos, o de conectores de compresión o de sellos para la entrada de cordones,
- (2) deben ser de cobre, bronce u otro material resistente a la corrosión,
- (3) deben llenarse con un compuesto certificado para prevenir la entrada de humedad
- (4) deben estar firmemente fijadas a los soportes o directamente a la superficie de la fuente e interconectadas como está requerido. Cuando la caja de conexiones está soportada solamente por un tubo, el tubo debe ser de cobre, bronce u otro material certificado resistente a la corrosión. Cuando la caja está unida a un tubo no metálico, deberá tener soportes adicionales y sujetadores de cobre, bronce u otro metal certificado resistente a la corrosión.

Nota: Ver la sección 370-13 para soportes de cubiertas.

680-53. Conexiones.

Todos los sistemas metálicos de tuberías relacionadas con la fuente estarán conectados al conductor de puesto a tierra del equipo del circuito ramal que alimenta la fuente.

Nota: Véase la sección 250-95 para las secciones transversales nominales de estos conductores.

680-54. Puesta a tierra.

Los equipos indicados a continuación se pondrán a tierra,

- (1) todos los equipos eléctricos localizados dentro de la fuente a 1.50 m de la pared interna de la fuente,
- (2) todos los equipos relacionados con el sistema de recirculación,
- (3) los tableros que no formen parte del equipo de acometida y que alimenten cualquier equipo eléctrico relacionado con la fuente.

680-55. Métodos de puesta a tierra

(a) **Disposiciones generales.** Se aplicarán las disposiciones siguientes de la sección 680-25, excluyendo el párrafo (e)

(b) **Alimentados por un cordón flexible.** Los equipos eléctricos que están alimentados por un cordón flexible deben tener todas las partes metálicas descubiertas y que no transportan corriente puestas a tierra por un conductor de puesta a tierra de cobre aislado, que sea parte integral del cordón. El conductor de puesta a tierra se conectará a un terminal de tierra en la caja de empalmes del alimentador, la cubierta del transformador u otra cubierta.

680-56. Equipos conectados por cordón y clavija

(a) **Interruptores contra fallas a tierra.** Todos los equipos eléctricos incluyendo los cordones de alimentación, deben estar protegidos por interruptores contra fallas a tierra

(b) **Tipos de cordones.** Los cordones flexibles sumergidos o expuestos al agua serán resistentes a ésta, del tipo SC o ST

(c) **Sello.** La extremidad de la envoltura y los terminales del cordón flexible del conductor dentro del equipo por el cordón o sus conductores. Además, la conexión de tierra dentro del equipo debe ser tratada de manera similar para proteger estas conexiones de los efectos dañinos del agua que pueda entrar dentro del equipo

(d) **Terminaciones.** Las conexiones con el cordón flexible deben ser permanentes, con excepción de que se permite el uso de clavijas y contactos del tipo puesto a tierra para facilitar el retiro o desconexión de equipos fijos o estacionarios para su mantenimiento, reparación o almacenamiento cuando dichos dispositivos no estén ubicados en una parte de la fuente que contiene agua

F. Piscinas terapéutica y tinas en instalaciones de asistencia médica

680-60. Disposiciones generales.

Las disposiciones de la parte F incluyen las piscinas terapéuticas y tinas e instalaciones de asistencia médica. Ver la sección 517-2 para la definición de instalaciones de asistencia médica. Los artefactos terapéuticos portátiles cumplirán con el artículo 422.

680-61. Piscinas terapéuticas instaladas permanentemente.

Las piscinas terapéuticas instaladas a nivel del piso o sobre el piso en una edificación, de tal manera que no puedan ser fácilmente desmontadas cumplirán con las partes A y B de este artículo

Excepción Las limitaciones de la sección 680-6 (b)(1) y (2) no se aplicarán cuando el aparato de alumbrado es del tipo totalmente cerrado

680-62. Tinas terapéuticas (tanques hidroterapéuticos).

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Conformarán esta parte tinas térmicas usadas para la inmersión y tratamientos de pacientes; éstas no se moverán fácilmente de un lugar a otro en uso normal o estarán fijadas o aseguradas de otra manera en un lugar específico, incluyendo sistemas de tuberías para cañerías.

(a) **Interruptor contra fallas a tierra.** Todo el equipo terapéutico se protegerá con un interruptor contra fallas a tierra

Excepción Los artefactos terapéuticos portátiles cumplirán con la sección 250-45

(b) **Conexión.** Las siguientes partes se conectarán juntas.

- (1) Todos los accesorios metálicos dentro o fijos a la estructura de la tina.
- (2) Partes metálicas de los equipos eléctricos asociados al sistema de circulación del agua de la bañera, incluyendo los motores de bombas
- (3) Tubos metálicos y tuberías metálicas que están dentro de los 1.50 m desde la pared interna de la bañera y no separados de la tina por una barrera permanente.
- (4) Todas las superficies metálicas que están dentro de los 1.50 m desde el interior de la tina y no separadas del área de la tina por una barrera permanente.
- (5) Los dispositivos y controles eléctricos no asociados a las bañeras terapéuticas se localizarán como mínimo a 1.50 m, de tales unidades, o se conectarán al sistema de tinas terapéuticas

(c) **Método de conexión.** Todas las partes metálicas asociadas con los tubos, se conectarán por cualquiera de los siguientes métodos: la conexión de tuberías y accesorios metálicos roscados en un montaje de metal a metal sobre una estructura o base común; conexiones con empalmes metálicos adecuados, por provisiones de un conector de cobre de interconexión, aislado, cubierto o desnudo, no menor de 8 367 mm² (No 8 AWG sólido), serán protegidos.

(d) **Puesta a tierra.** Los siguientes equipos estarán puestos a tierra

- (1) Todos los equipos eléctricos localizados dentro de 1.50 m, desde las paredes internas de la tina
- (2) Todos los equipos eléctricos asociados al sistema de circulación de agua de la tina

(e) **Métodos de puesta a tierra.**

- (1) Todos los equipos eléctricos serán puestos a tierra de acuerdo con el artículo 250 y conectados por el método de alambreado que señala en el Capítulo 3
- (2) Cuando los equipos se conectan con un cordón flexible, los conductores de puesta a tierra del equipo serán conectados a una parte metálica fija del conjunto

(f) **Contacto.** Todos los contactos dentro de 1.50 m desde una tina terapéutica serán protegidos por un interruptor contra fallas a tierra

(g) **Aparatos de alumbrado.** Todos los aparatos de alumbrado usados en áreas de piscinas terapéuticas serán del tipo totalmente cerrado

G. Tinas de hidromasajes

680-70. Protección

Las tinas de hidromasajes y sus componentes eléctricos asociados serán alimentados por un circuito protegido por medio de un interruptor de falla a tierra

680-71. Otros equipos eléctricos.

Los aparatos de alumbrado, interruptores, contactos y otros equipos eléctricos ubicados en la misma sala y que no estén directamente asociados con una bañera de hidromasaje, se instalarán de acuerdo con los requisitos de los Capítulos 1 a 4 de esta NOM, que cubren la instalación de ese equipo o baños.

ARTICULO 685 SISTEMAS ELECTRICOS INTEGRADOS

A. Disposiciones generales.

685-1. Alcance.

Este artículo cubre sistemas eléctricos integrados, que no sean una sola unidad, en los cuales sea necesaria una parada programada para lograr una operación segura. Un sistema eléctrico integrado como el indicado en este artículo, es un segmento único de un sistema de alambrado industrial, cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

- (1) Cuando se requiera una parada programada para minimizar los peligros a personas y daños a equipos
- (2) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que personas calificadas daran servicio al sistema
- (3) Cuando se han establecido y mantenido salvaguardas efectivas autorizadas por autoridades competentes

685-2. Aplicación de otros artículos

Aplicándolos en casos particulares de instalación de conductores y equipos de otros Capítulos, hay requisitos de parada programada que son complementarios de esta Sección o modificaciones de ellos a saber

	Sección
Más de un edificio o estructura	225-8
Protección contra falla a tierra del equipo	230-95, <i>Excepción No 1</i>
Protección de conductores	240-3(a)
Coordinación de Sistemas Eléctricos	240-12
Protección contra falla a tierra del equipo	240-13, <i>Excepción No. 1</i>
Sistemas de 50 a 1000 V c a de puesta a tierra	250-5(b) <i>Excepción No 3</i>
Parada programada	430-44
Desconexión	430-74 <i>Excepciones 1 y 2</i>
Medios de desconexión vistos desde el controlador	430-102 <i>Excepción No 2</i>
Más de una fuente de energía	430-113 <i>Excepciones 1 y 2</i>
Medios de desconexión	645-110 <i>Excepción</i>
Punto de conexión	705-12, <i>Excepción No 1</i>

B. Parada programada.

685-10. Ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente dentro o sobre el local.

La ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que son muy importantes para sistemas eléctricos integrados se localizarán en áreas accesibles, con alturas de montaje adecuadas que permita una operación segura por personal no calificado

685-12. Puesta a tierra en sistemas de corriente directa.

Se permite que dos conductores de corriente directa no sean puestos a tierra

685-14. Circuitos de control no puestos a tierra.

Cuando se requiere una operación continua se permite que los circuitos de control de 150 V o menores de sistemas derivados separados no sean puestos a tierra

ARTICULO 690 - SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

690-1. Alcance.

Lo dispuesto en este artículo se aplica a sistemas eléctricos de energía fotovoltaica incluyendo circuitos de arreglo(s), unidad(es) de acondicionamiento de potencia y controlador(es) para tales sistemas. Los sistemas solares fotovoltaicos cubiertos por este artículo pueden ser interactivos con otras fuentes de producción de energía eléctrica o autónomos, con o sin almacenamiento de energía eléctrica, tal como baterías. Estos sistemas pueden tener salidas para utilización en corriente alterna o directa

Dar doble click para ver Imagen

Diagrama 690-1.- Sistema Solar Fotovoltaico

690-2. Definiciones.

(ne) (En el Apéndice se puede consultar las definiciones por orden alfabético)

Arreglo: Un ensamble mecánicamente integrado de módulos o paneles con una estructura soporte y cimentación, seguimiento solar, control térmico, y otros componentes, según se requieran para formar una unidad de producción de energía en corriente directa

Diodo de Bloqueo: Un diodo usado para impedir el flujo invertido de corriente en un circuito de generación fotovoltaica

Sistema Interactivo: Un sistema solar fotovoltaico que opera en paralelo con y puede ser diseñado para entregar energía a otra fuente de producción de energía eléctrica conectada a la misma carga

Para el propósito de esta definición, un subsistema de almacenamiento de energía de un sistema solar fotovoltaico, tal como una batería, no es otra fuente de producción de potencia eléctrica

Módulo: El ensamble completo más pequeño de celdas solares, con su óptica y otros componentes, excluyendo el dispositivo de seguimiento, protegido del medio ambiente, diseñado para generar corriente directa bajo la luz del sol

Panel: Un conjunto de módulos mecánicamente unidos, alambrados y diseñados para manejarse como una unidad para instalarse en campo

Circuito de Salida Fotovoltaica: El circuito de conductores entre el(los) circuito(s) de la fuente fotovoltaica y la unidad de acondicionamiento de potencia o el equipo de utilización de corriente directa. Vea el diagrama 690-1

Fuente de Energía Fotovoltaica: Un arreglo o grupo de arreglos, los cuales generan energía en corriente directa a la tensión y corriente del sistema

Circuito de la Fuente Fotovoltaica: Los conductores entre módulos y desde los módulos hasta el(los) punto(s) de conexión común del sistema de corriente directa. Vea el diagrama 690-1

Unidad de Acondicionamiento de Potencia: Equipo que es usado para cambiar el nivel de tensión o la forma de onda o ambos de la energía eléctrica. Usualmente una unidad de acondicionamiento de potencia es un inversor que cambia una entrada de corriente directa a una salida de corriente alterna

Circuito de Salida de la Unidad de Acondicionamiento de Potencia: Los conductores entre la unidad de acondicionamiento de energía y la conexión al equipo de acometida o a otra fuente de producción de energía eléctrica, tal como la red de la Compañía Eléctrica. Vea el diagrama 690-1

Celda Solar Fotovoltaica: El dispositivo fotovoltaico básico que genera electricidad cuando es expuesto a la luz.

Sistema Solar Fotovoltaico: El total de componentes y subsistemas que en combinación convierten la energía solar en energía eléctrica apropiada para la conexión a una carga de utilización.

Controlador de carga: Aparato que controla el régimen y la condición de carga de las baterías, protegiéndolas contra sobrecargas y descargas que excedan sus límites.

Sistema Autónomo: Un sistema solar fotovoltaico que no está conectado a la red eléctrica y abastece energía en forma independientemente.

690-3. Otros artículos.

Cuando los requisitos de otros artículos de estas Normas y el artículo 690 difieran, deben aplicarse los requisitos del artículo 690. Los sistemas solares fotovoltaicos que operan como fuentes interconectadas de producción de energía deben ser instalados de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 705.

690-4. Instalación.

(a) **Sistema Fotovoltaico.** Se permitirá que un sistema solar fotovoltaico entregue suministro a un edificio u otra estructura en adición a cualquier acometida de otro(s) sistema(s) de suministro de electricidad.

(b) **Conductores de Sistemas Diferentes.** Los circuitos de la fuente fotovoltaica y los circuitos de salida fotovoltaica no deben estar contenidos en la misma canalización, charola, cables, cajas de salida o cajas de empalme o accesorios similares como circuitos alimentadores o ramales de otros sistemas.

Excepción Cuando los conductores de diferentes sistemas están separados por una división o están conectados juntos.

(c) **Conexiones de módulos.** Las conexiones a un módulo o panel deberán estar dispuestas de tal manera que al remover un módulo o panel de un circuito de la fuente fotovoltaica no interrumpa un conductor de puesta a tierra a otro circuito de la fuente fotovoltaica.

(d) **Equipo.** Los inversores o grupos de máquinas deben ser identificados para usarse en sistemas fotovoltaicos.

(e) **Montaje de Módulos.** Cuando la estructura y los materiales de la edificación a la que proporciona energía el sistema fotovoltaico no tenga la resistencia mecánica necesaria, los módulos deberán ser montados en estructura independiente que les dé el soporte y la orientación necesarios, asegurando su adecuada ventilación. En todo caso, el cable de acometida entre el sistema fotovoltaico y la edificación deberá quedar adecuadamente protegido contra posibles daños físicos.

690-5. Detección e interrupción de fallas de puesta a tierra

Los arreglos fotovoltaicos montados a techo localizados en casas-habitación deben estar provistos con protección contra fallas de puesta a tierra para reducir el riesgo de incendio.

El circuito de protección contra falla de puesta a tierra debe ser capaz de detectar una falla de tierra, interrumpiendo la trayectoria de la falla y deshabilitando el arreglo.

B. Requisitos para los Circuitos.

690-7. Tensión Máxima

(a) **Capacidad de Tensión.** En una fuente de energía fotovoltaica y sus circuitos de corriente directa la tensión considerada debe ser la tensión de circuito abierto especificado.

(b) **Circuitos de Utilización en Corriente Directa.** La tensión de los circuitos de utilización

de corriente directa deben de apegarse a la sección 210-6.

(c) **Circuitos de la Fuente y Salida Fotovoltaica** Se permitirán operar hasta 600 V los circuitos de la fuente fotovoltaica y los circuitos de salida fotovoltaica que no incluyan porta lámparas, accesorios o contactos

(d) **Circuitos a más de 150 V Respecto a Tierra.** En casas habitación de una ó 2 familias, las partes vivas de los circuitos de la fuente fotovoltaica y de los circuitos de salida fotovoltaica a más de 150 V respecto a tierra no deben estar accesibles mientras están energizados, excepto a personal calificado

(Nota: Vea la sección 110-37 para la protección de partes vivas y la sección 210-6 para la tensión a tierra y entre conductores)

690-8. Dimensionamiento y Corriente de los Circuitos :

(a) Capacidad de Corriente y Dispositivos de Sobrecorriente.

La capacidad de corriente de los conductores y la especificación o ajuste de los dispositivos de sobrecorriente en un circuito de un sistema solar fotovoltaico no deben ser menores a 125 % de la corriente calculada de acuerdo al inciso (b) siguiente

La especificación o ajuste de los dispositivos de sobrecorriente deberán estar de acuerdo con la sección 240-3, (b) y (c)

Excepción: Los circuitos que contengan un ensamble junto con su(s) dispositivo(s) de sobrecorrientes que están especificadas para operación continua a 100% de su capacidad

(b) **Cálculo de la Corriente de los Circuitos.** La corriente para el tipo individual de circuito deberá ser calculada como sigue

- (1) **Circuitos de la Fuente Fotovoltaica.** La suma de la corriente especificada de corto circuito de los módulos en paralelo
- (2) **Circuito de Salida Fotovoltaica.** La corriente especificada de corto circuito de la fuente de energía fotovoltaica
- (3) **Circuito de Salida de la Unidad de Acondicionamiento de Potencia.** La corriente de salida especificada de la unidad de acondicionamiento de potencia

Excepcion La corriente especificada de un circuito sin dispositivo de sobrecorriente debe ser la corriente de corto circuito, no deberá exceder la capacidad de corriente de los conductores del circuito

(c) **Sistemas con tensiones multiples de CD.** Para una fuente fotovoltaica que tiene diferentes tensiones de salida y emplea un conductor común de retorno, la capacidad de corriente del conductor de retorno no deberá ser menor a la suma de los rangos de los dispositivos contra sobrecorriente de los circuitos individuales de salida.

690-9. Protección contra sobrecorriente.

(a) **Circuitos y Equipos.** Los conductores y equipos del circuito de la fuente fotovoltaica, del circuito de la salida fotovoltaica del circuito de salida de la unidad de acondicionamiento de potencia y del circuito de la batería de almacenamiento deberán estar protegidos de acuerdo con los requisitos del artículo 240. Los circuitos conectados a más de una fuente de electricidad deberán tener dispositivos de sobrecorriente localizados de tal manera que brinden protección de sobrecorriente desde cualquiera de las fuentes

Nota: Se debe considerar un posible regreso de corriente de cualquiera de las fuentes de alimentación, incluyendo una alimentación a través de la unidad de acondicionamiento de potencia hacia el circuito de salida fotovoltaica y hacia los circuitos de la fuente fotovoltaica, al determinar si se provee protección de sobrecorriente de todas las fuentes hacia los conductores y módulos

(b) **Transformadores de Potencia.** Se deberá suministrar protección de sobrecorriente para

un transformador con una(s) fuente(s) en cada lado del mismo, de acuerdo con la sección 450-3, considerando como primario primero un lado del transformador y luego el otro lado.

Excepción: Un transformador de potencia que tenga una corriente nominal en el lado conectado hacia la fuente de alimentación fotovoltaica no menor que la corriente nominal de corto circuito de salida de la unidad de acondicionamiento de energía, se permitirá que no tenga protección de sobrecorriente desde dicha fuente.

(c) **Circuitos de la Fuente Fotovoltaica.** Puede permitirse que los dispositivos de sobrecorriente de circuitos normales o suplementarios provean protección a sobrecorriente a un circuito de la fuente fotovoltaica. Los dispositivos de sobrecorriente deberán ser accesibles pero no será requisito que sean fácilmente accesibles.

C. Medios de Desconexión.

690-13. Todos los conductores.

Se deben proveer medios para desconectar todos los conductores que lleven corriente de una fuente de energía fotovoltaica de todos los otros conductores en un edificio u otra estructura.

Excepción. Cuando una conexión de puesta a tierra no está diseñada para ser automáticamente interrumpida como parte del sistema protección contra falla a tierra requerida por la Sección 690-5, un interruptor o apagador usado como medio de desconexión no debe tener un polo en el conductor de tierra.

Nota: La intención de este artículo es que el conductor a tierra pueda ser desatornillado o desconectado para permitir el mantenimiento.

690-14. Disposiciones adicionales.

Las disposiciones del artículo 230, Parte F deberán aplicarse a los medios de desconexión de la fuente de alimentación fotovoltaica.

Excepción No. 1 No se requerirá que los medios de desconexión sean adecuados para equipo de acometida y deberán ser especificados de acuerdo a la sección 690-17.

Excepción No. 2. Equipos tales como interruptores de aislamiento del circuito de la fuente fotovoltaica, dispositivos de sobrecorriente y diodos de bloqueo se permitirán en el lado de la fuente de energía fotovoltaica de los medios de desconexión de la misma.

690-15. Desconexión de equipo fotovoltaico.

Se deben proveer medios para desconectar equipos tales como una unidad acondicionadora de energía, ensamble de filtraje y similares, de todos los conductores no aterrizados de todas las fuentes. Si el equipo está energizado por más de una de las fuentes, los medios de desconexión deben ser agrupados e identificados.

690-16. Fusibles.

Se deberán proveer medios de desconexión para desconectar un fusible de todas las fuentes de alimentación si el fusible está energizado por ambas direcciones y está accesible a personal no calificado. Tal fusible en un circuito de fuente fotovoltaica deberá poderse desconectar independiente de los fusibles en otros circuitos de la fuente fotovoltaica.

690-17. Desconectores o Interruptores termomagnéticos.

Los medios de desconexión para conductores no puestos a tierra consistirán de un(os) interruptor(es) operables manualmente o un(os) interruptor(es) termomagnéticos.

- (1) localizados en un lugar fácilmente accesible,
- (2) operable externamente sin exponer al operador al contacto con partes vivas,
- (3) indicar claramente si está en la posición cerrado o abierto, y

- (4) tener una especificación no menor que la carga que se manejará. Se deberá fijar un letrero de precaución adyacente a los medios de desconexión cuando todas sus terminales puedan estar energizadas en la posición de abierto. El letrero de precaución deberá ser claramente legible y deberá leerse

**PRECAUCION - CHOQUE ELECTRICO - NO TOCAR -
TERMINALES ENERGIZADAS EN POSICION DE ABIERTO.**

Excepción. Un medio de desconexión localizado en el lado de corriente directa puede tener una capacidad interruptiva menor que la especificación de corriente manejada cuando el sistema esté diseñado de tal manera que el interruptor de corriente directa no pueda ser abierto bajo carga.

690-18. Deshabilitación de un arreglo.

Se deben proveer de medios para deshabilitar un arreglo o porciones de arreglos.

Nota: Los módulos fotovoltaicos están energizados mientras están expuestos a la luz. La instalación, reemplazo o servicio de componentes del arreglo mientras un(os) módulo(s) están siendo irradiados puede exponer a las personas a un choque eléctrico.

D. Métodos de Alambrado.

690-31. Métodos Permitidos.

(a) **Sistemas de Alambrado.** Se permitirán todos los métodos de canalización y alambrado de cables incluidos en esta norma y otros sistemas de alambrado y accesorios específicamente destinados e identificados para uso en arreglos fotovoltaicos. Cuando se usen dispositivos de alambrado con gabinetes integrales, se debe proveer suficiente longitud de cable para facilitar el reemplazo.

(b) **Cable de Conductor Sencillo.** Se permitirá cable tipo SE y USE en circuitos de la fuente fotovoltaica cuando se instalen de la misma manera que el cable multiconductor tipo UF de acuerdo al artículo 339.

Cuando se exponga a los rayos del sol se debe usar cable identificado para ser resistente al sol de los tipos UF y USE.

690-32. Interconexión de componentes.

Se permitirán, cuando estén certificados para tal uso, accesorios y conectores destinados a quedar ocultos al momento del ensamble en el sitio para la interconexión en el sitio de módulos u otros componentes de arreglos. Tales accesorios y conectores deben homologarse al método de alambrado empleado en aislamiento, elevación de temperatura y tolerancia a las corrientes de falla y deberán ser capaces de resistir los efectos del ambiente en que se usen.

690-33. Clavijas o Conectores

Los conectores permitidos por la sección 690-32. Deben cumplir con los incisos (a) a (e) siguientes:

(a) **Configuración.** Los conectores deben ser polarizados y deben tener una configuración que no sea intercambiable con receptáculos de otros sistemas eléctricos del local.

(b) **Protección.** Los conectores deberán estar contruidos de tal manera que protejan a las personas del contacto inadvertido con partes vivas.

(c) **Tipo.** Los conectores deben ser de tipo de cierre o seguro.

(d) **Elemento de Puesta a Tierra.** El elemento de puesta a tierra del conector acoplable debe ser el primero en hacer contacto y el último en romperlo.

(e) **Interrupción del Circuito.** Los conectores deben ser capaces de interrumpir la corriente del circuito sin peligro al operador.

690-34. Acceso a cajas.

Las cajas de empalme, de paso y de salida localizadas atrás de los módulos o paneles deberán instalarse de manera tal que el alambrado contenido en ellas pueda hacerse accesible directamente o desplazando un(os) módulo(s) o panel(es) montados por fijaciones removibles y conectados por un sistema de cableado flexible

E. Puesta a Tierra.

690-41. Puesta a tierra del sistema.

Para una fuente de energía fotovoltaica, un conductor de un sistema de 2 conductores especificado a más de 50 V y un conductor neutro de un sistema de 3 conductores debe ser puesto a tierra sólidamente

Excepción: Se permitirán otros métodos que logren un sistema de protección equivalente y que utilicen equipo certificado e identificado para tal uso

Nota: Ver la primera Nota de la sección 250-1

690-42. Punto de Conexión de la puesta a tierra del sistema.

La conexión a tierra del circuito de corriente directa debe hacerse en cualquier punto, único, del circuito de salida fotovoltaica

Nota: El sistema estará mejor protegido contra transitorios de tensiones por descargas eléctricas atmosféricas si se localiza el punto de conexión a tierra lo más cerca posible a la fuente fotovoltaica

690-43. Tamaño del conductor de puesta a tierra del equipo.

El conductor de puesta a tierra del equipo no deberá ser menor que el tamaño requerido de los conductores del circuito en sistemas donde la corriente de corto circuito disponible de la fuente fotovoltaica sea menor que dos veces la corriente especificada del dispositivo de sobre corriente.

En cualquier otro sistema el conductor de puesta a tierra debe ser calculado de acuerdo a la sección 250-95

690-44. Electrodo común de puesta a tierra.

Las partes metálicas expuestas de los equipos y gabinetes de un sistema fotovoltaico que no llevan corriente deberán ser puestas a tierra en el electrodo de puesta a tierra que es usado para poner a tierra el sistema de corriente directa. Se considerará como un electrodo único a dos o más electrodos que estén efectivamente unidos

F. Identificación.

690-51. Módulos.

Los módulos deberán marcarse con identificación de las terminales o cables de salida, en cuanto a su polaridad y a su especificación del dispositivo de sobrecorriente máxima para protección del módulo y con la especificación de (1) tensión de circuito abierto, (2) tensión de operación (3) tensión máxima permisible del sistema (4) corriente de operación, (5) corriente de corto circuito y (6) potencia máxima

690-52. Fuente de energía fotovoltaica.

Se deberá marcar en un lugar accesible en los medios de desconexión de la fuente de energía fotovoltaica las especificaciones de (1) corriente de operación, (2) tensión de operación, (3) tensión de circuito abierto; (4) corriente de corto circuito de la misma fuente.

Nota: El uso de sistemas reflejantes utilizados para aumentar la irradiación pueden resultar en el incremento de los niveles de corriente y potencia de salida

G. Conexión a otras fuentes.

690-61. Pérdida de la tensión del sistema.

La salida de potencia de la unidad de acondicionamiento de energía en un sistema solar fotovoltaico que es interactivo con otro(s) sistema(s) eléctrico deberá ser automáticamente desconectado de todos los conductores no aterrizados de tales sistemas eléctricos al perderse la tensión de dicho(s) sistema(s) y no deberá reconectarse a el (los) sistema(s) eléctrico(s) hasta que la tensión sea recuperado

Nota: Para otras fuentes interconectadas de producción de energía eléctrica vea el artículo 705

Se podrá permitir operar un sistema solar fotovoltaico normalmente interactivo como sistema autónomo para suministro al cableado del propio local

690-62. Capacidad del conductor neutro.

Si una unidad de acondicionamiento de energía monofásica, 2 hilos se conecta al neutro y a un solo conductor no aterrizado de un sistema de 3 hilos o a un sistema trifásico estrella de 4 hilos, la suma de la carga máxima conectada entre el neutro y cualquier conductor no conectado a tierra más la capacidad de salida de la unidad de acondicionamiento de energía no deberá exceder la capacidad de corriente del conductor neutro

690-63. Interconexiones Desbalanceadas.

(a) **Monofásicas.** La salida de una unidad de acondicionamiento de energía monofásica no deberá ser conectada a un servicio eléctrico de 3 fases, 3 ó 4 hilos derivado directamente de un transformador conexión delta

(b) **Trifásicas.** Una unidad trifásica de acondicionamiento de energía deberá ser desconectada automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra del sistema interconectado cuando se abra una de las fases de cualquier fuente

Excepción para (a) y (b) Cuando el diseño del sistema interconectado es tal que no resulten tensiones desbalanceadas significativas

690-64. Punto de conexión.

La salida de una fuente de producción de energía deberá ser conectada como se especifica en (a) o (b) a continuación

Nota: Para los propósitos de esta sección una fuente de producción de energía se considera como (1) la salida de una unidad de acondicionamiento de energía cuando esté conectada a una fuente de electricidad de corriente alterna, (2) el circuito de salida fotovoltaica cuando esté interactiva con una fuente eléctrica de corriente directa

(a) **Lado del Suministro.** Se deberá conectar al lado del suministro de los medios de desconexión de la acometida como se permite en la sección 230-82, *Excepción No 6*

(b) **Lado de la Demanda.** Se deberá conectar al lado de la demanda de los medios de desconexión de la acometida de otras fuentes si todas las condiciones siguientes se cumplen.

(1) Cada una de las interconexiones de las fuentes deben ser hechas a un interruptor termomagnético o a un medio de desconexión de fusibles destinado para ello

(2) La suma de las capacidades de corriente de los dispositivos de sobrecorriente en los circuitos que suministran energía a una barra de conexiones o conductor no debe exceder la capacidad de la barra de conexiones o conductor

Excepción Para una casa-habitación la suma de las capacidades de los dispositivos de sobrecorriente no deben exceder 120 por ciento la capacidad de la barra de conexiones o conductor

(3) El punto de interconexión deberá estar en el lado de la línea de todos los equipos

de protección a falla de puesta a tierra

Excepción Se permitirán conexiones a el lado de la demanda de la protección de falla de puesta a tierra si se provee una protección de falla de puesta a tierra para el equipo hacia todas las posibles fuentes de corriente de falla de puesta a tierra.

- (4) Los equipos conteniendo dispositivos de sobrecorriente en circuitos que suministran energía a una barra de conexiones o conductor deberán ser certificados para indicar la presencia de todas las fuentes

Excepción Los equipos con energía suministrada desde un solo punto de conexión

- (5) Equipos tales como interruptores termomagnéticos, si son alimentados en ambas direcciones deben ser identificados para tal operación

H. Baterías de Almacenamiento.

690-71. Instalación.

(a) **General.** Las baterías de almacenamiento en un sistema solar fotovoltaico deberán ser instaladas de acuerdo a lo previsto en el artículo 480

Excepción Lo previsto en la sección 690-73.

(b) Casas-Habitación

- (1) Las baterías para casas-habitación deberán tener las celdas conectadas, de tal manera que operen a menos de 50 V

Excepción Cuando las partes vivas no estén accesibles durante el mantenimiento rutinario de la batería, se permitirá una tensión del sistema de baterías de acuerdo con la sección 690-7

- (2) Las partes vivas de sistemas de baterías para casas-habitación deberán estar protegidas para prevenir contacto por personas u objetos sin importar la tensión o tipo de batería.

Nota: Las baterías en sistemas solares fotovoltaicos están sujetas a ciclos extensivos de carga-descarga y típicamente requieren de mantenimiento frecuente, tal como la verificación de electrólito y limpieza de conexiones

690-72. Estado de carga.

Se deberá proveer equipo para controlar el estado de carga de la batería. Todos los medios de ajuste para controlar el estado de carga de la batería deberán ser accesibles solamente a personal calificado

Excepción Cuando el diseño de la fuente de energía fotovoltaica se acopla a los requisitos de capacidad de tensión y corriente de carga para las celdas de las baterías interconectadas

El controlador de carga de los sistemas fotovoltaicos de electrificación doméstica rural deberá operar en forma automática

690-73. Puesta a tierra

Las celdas de batería interconectadas pueden considerarse puestas a tierra cuando la fuente de energía fotovoltaica es instalada de acuerdo a la sección 690-41. **Excepción**

CAPITULO 7 CONDICIONES ESPECIALES

ARTICULO 700 SISTEMAS DE EMERGENCIA

A. Disposiciones Generales.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
BAJO LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM - 001 - SEMP - 1994
(PARTE 2)**

TEMA:

CAPITULO "VII"

CONDICIONES ESPECIALES

SISTEMAS DE EMERGENCIA

**EXPOSITOR : ING. ABEL GARCÍA OROPEZA
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 1999**

700-1. Alcance.

Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación, operación y mantenimiento de sistemas de emergencia constituidos por circuitos y equipos destinados a alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para iluminación y/o fuerza cuando es interrumpido el suministro normal de energía eléctrica.

Los sistemas de emergencia son aquellos sistemas requeridos por Ley y clasificados como tales por reglamentaciones, decretos o Legislaciones Federales Vigentes.

Estos sistemas deben suministrar automáticamente iluminación y/o fuerza a las áreas críticas y equipos, en los casos de falla del suministro normal de energía eléctrica o en caso de falla de los elementos del sistema que suministra, distribuye y controla la fuerza y la iluminación necesaria para la seguridad de la vida humana

Nota: Los sistemas de emergencia son generalmente instalados en lugares de reuniones donde la iluminación artificial es necesaria para vías de escape seguras o para controlar el pánico en edificios sujetos a gran concentración de personas, tales como hoteles, teatros, canchas deportivas, centros comerciales, servicios de asistencia médica e instituciones o lugares similares. Los sistemas de emergencia deben también proveer la fuerza necesaria para equipos tales como ventilación, cuando sea indispensable para preservar vidas, sistemas de alarmas y detección de incendios, ascensores, bombas para equipo contra incendio, sistemas de comunicación de seguridad pública, procesos industriales donde la interrupción de la energía eléctrica podría producir serios riesgos a la integridad de la vida humana y funciones similares.

700-2. Otros Artículos aplicables.

Deberán aplicarse todas las disposiciones de esta norma, excepto lo modificado en este Artículo

700-3. Certificación del equipo. Todos los equipos deben estar certificados para ser utilizados en el sistema de emergencia

700-4. Pruebas y mantenimiento.

(a) **Realizar o presencia: pruebas.** La autoridad competente realiza o presencia una prueba del sistema completo al ser instalado y posteriormente a intervalos periódicos

(b) **Pruebas periódicas.** Los sistemas se deben probar periódicamente, siguiendo un plan aceptado por la autoridad competente para asegurar su mantenimiento y las condiciones apropiadas de funcionamiento

(c) **Mantenimiento de sistemas de baterías.** Cuando algún sistema o unidad emplee baterías, incluyendo los acumuladores utilizados para el arranque o ignición de máquinas auxiliares, se debe dar un mantenimiento periódico de las mismas

(d) **Registros escritos o bitácora.** Se debe mantener un registro o bitácora de tales pruebas y mantenimiento

(e) **Prueba con carga.** Se deben proveer medios para la prueba de sistemas de emergencia de alumbrado y fuerza durante condiciones de carga máxima anticipada

700-5 Capacidad.

(a) **Capacidad nominal.** Los sistemas de emergencia deben tener la capacidad nominal adecuada para la operación simultánea de todas las cargas

El equipo del sistema de emergencia debe ser adecuado a la corriente máxima de falla disponible en sus terminales

(b) **Sistema selectivo de toma y desconexión de carga y de reducción del pico de carga.** La fuente alterna de energía debe suministrar energía a los sistemas de emergencia, a los sistemas de reserva legalmente establecidos y a los de reserva opcional, donde se provea

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

un sistema automático selectivo de toma y desconexión de carga, según se necesite, para asegurar la energía adecuada a:

- (1) circuitos de emergencia,
- (2) circuitos de reserva establecidos legalmente y
- (3) circuitos opcionales de reserva, en este orden de prioridad. La fuente alterna de energía puede usarse para la reducción del pico de carga, siempre que reúna las condiciones anteriores.

Nota: El funcionamiento para la reducción del pico de carga puede ser aceptable si satisface los requisitos de prueba de la Sección 700-4 b), cuando se cumplan todas las condiciones de la Sección 700-4

Una fuente alterna portátil o provisional debe estar disponible cuando el generador de emergencia esté fuera de servicio por mantenimiento mayor o en reparación

700-6. Equipo de transferencia.

Los equipos de transferencia deben ser automáticos e identificados para el uso de emergencia o certificados por las autoridades competentes. Los equipos de transferencia deben ser diseñados e instalados para prevenir la interconexión accidental de la alimentación normal y la fuente de emergencia en cualquier operación del equipo de transferencia. Véase sección 230-83. Se permiten medios para aislar el equipo del interruptor de transferencia. Cuando se usen interruptores de aislamiento, se debe evitar el funcionamiento involuntario en paralelo

700-7. Señalización.

Donde sea necesario se deben proveer dispositivos de señales audibles y visuales, para los siguientes propósitos

- (a) De avería. Para indicar avería de la fuente de emergencia
- (b) De operación. Para indicar que la batería o el generador están funcionando
- (c) De no operación. Para indicar que el cargador de batería no está funcionando
- (d) De falla a tierra. Para indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia en estrella sólidamente aterrizada, de más de 150 V a tierra y dispositivos de protección de circuitos de 1000 A o más. El sensor para los dispositivos de señalización de falla a tierra debe estar ubicado en o delante de los medios de desconexión de sistema principal para la fuente de emergencia y el ajuste máximo de los dispositivos de señalización debe ser para una corriente de falla a tierra de 1200 A. Las instrucciones que se deben seguir, en caso de falla a tierra durante el funcionamiento, se deben ubicar en o cerca del lugar del sensor

700-8. Señales.

(a) Fuentes de emergencia. Se debe colocar una señal en el equipo de entrada de acometida que indique el tipo y ubicación de las fuentes de energía de emergencia en el lugar.

(b) Aterrizamiento. Donde el conductor del circuito aterrizado conectado a la fuente de emergencia se conecte al conductor del electrodo de tierra en una localización remota de la fuente de emergencia, debe haber una señal en el lugar de aterrizamiento que identifique todas las fuentes normales y de emergencia conectadas en ese lugar

B. Alambrado de circuitos.

700-9. Alambrado de sistemas de emergencia.

(a) Identificación. Todas las cajas y cubiertas para circuitos de emergencia deben ser marcadas de tal manera que puedan ser identificadas fácilmente como componentes de un circuito de emergencia

(b) Alambrado. El alambrado desde la fuente de emergencia o desde la protección contra

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

sobre corriente de distribución de la fuente de emergencia a la carga de emergencia, debe ser mantenido completamente independientemente de cualquier otro alambrado y equipo y no debe pasar por la misma canalización, cable, caja o gabinete de otro alambrado.

Excepción No. 1. Dentro de la cubierta del equipo de transferencia.

Excepción No. 2. En anuncios de salida o equipos de alumbrado para emergencia alimentadas desde dos fuentes

Excepción No. 3. En una caja de empalme unida a un anuncio de salida o equipo de alumbrado para emergencia alimentada desde dos fuentes

Excepción No. 4. Está permitido colocar en la misma canalización el alambrado de dos o más circuitos de emergencia alimentados desde la misma fuente

Excepción No. 5. En una caja de empalme unida a un equipo, la cual contenga solamente el ramal del circuito que alimenta al equipo y el circuito de emergencia suministrado por el equipo.

C. Fuente de energía.

700-12. Requisitos generales.

El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al inmueble o grupo de inmuebles, el alumbrado, la fuerza de emergencia, o ambos, estén disponibles dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que en todo caso, no debe exceder de 10 segundos. El sistema de suministro para fines de emergencia, adicional a los servicios normales del inmueble, puede comprender uno o más de los tipos de sistemas señalados en (a) hasta (e) siguientes. Los equipos que estén de acuerdo con la sección 700-12 (f) debe cumplir con los requisitos de este Artículo.

En la selección de la fuente de energía para emergencia debe tenerse en cuenta la clase de servicio que se necesite, si es de corta duración, como en el alumbrado de un teatro, o de larga duración como para el suministro de emergencia para fuerza y alumbrado debido a falta de energía durante un largo período y provocado por una falla dentro o fuera del inmueble, como es el caso de un hospital

Nota: La asignación del grado de confiabilidad del sistema de suministro de emergencia depende de una cuidadosa evaluación de las variables de cada instalación particular

(a) **Baterías.** Las baterías usadas como fuente de potencia para sistemas de emergencia deben ser de régimen y capacidad adecuados para suministrar y mantener la carga total de los circuitos que

alimentan el alumbrado y la fuerza de emergencia, durante un período de por lo menos una hora y media, sin que la tensión aplicada a la carga caiga por debajo del 87.5% de lo normal.

Las baterías, ya sean de tipo ácido o alcalino, deben estar diseñadas y construidas para cumplir con los requisitos para servicio de emergencia y ser compatibles con el cargador para la instalación específica

Para las baterías que no requieren mantenimiento, el envase no necesita ser transparente. Sin embargo, las baterías de tipo plomo-ácido que necesitan que se les agregue agua, deben estar provistas de envases transparentes o translúcidos

No se deben utilizar baterías de uso automotriz

Se debe proveer un medio de carga automática de las baterías.

(b) Grupo generador

- (1) Un grupo generador accionado por fuerza motriz de cualquier tipo, aceptable por la autoridad competente, y de capacidad de acuerdo con lo señalado en la sec 700-5. Se deben proveer medios para el arranque automático de la fuerza motriz cuando falle el servicio normal y para la transferencia y operación automática de todos los circuitos eléctricos requeridos. Se debe proveer un dispositivo con ajuste mínimo de tiempo de 15 minutos para impedir la retransferencia en caso de restablecimiento, en un corto

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

tiempo, del suministro normal de la fuerza

- (2) Donde se use como fuerza motriz un motor de combustión interna, debe proveerse en el sitio una cantidad predeterminada de combustible suficiente para hacer funcionar el sistema por un lapso no menor de dos horas a plena carga.
- (3) La fuerza motriz no debe depender exclusivamente del sistema público para su alimentación de combustible, o de la fuente de agua municipal para el enfriamiento del sistema. Se deben proveer medios para transferir automáticamente de un suministro de combustible a otro, cuando se use doble alimentación.

Excepción Donde sea aceptado por las autoridades competentes, se puede permitir el uso de combustible que no esté en el sitio cuando exista una baja probabilidad de falla simultánea del combustible suministrado externamente y la fuerza suministrada por la compañía de energía eléctrica

- (4) Cuando una batería se usa para energizar sistemas de control o señalamiento, o como medio de arranque de la fuerza motriz, ésta debe ser adecuada para el uso, y estar equipada con medios de carga automático independientes del grupo de generadores
- (5) El grupo generador que requiera más de diez segundos para generar energía es aceptable cuando se provea una fuente auxiliar, que alimente el sistema de emergencia hasta que el generador tome la carga.

(c) **Fuente de alimentación ininterrumpible** Las fuentes de alimentación ininterrumpible usadas para suministrar energía a sistemas de emergencia, deben cumplir con lo establecido en la Secc. 700-12 (a) y (b)

(d) **Acometida separada.** Donde sea aceptado por las autoridades competentes, debe ser permitida una segunda acometida eléctrica. Esta acometida debe estar de acuerdo con lo establecido en el Art. 230, con acometida aérea o subterránea separada, suficientemente, tanto eléctrica como físicamente de la acometida normal de corriente, con el objeto de disminuir la posibilidad de una interrupción simultánea del suministro

(e) **Conexión antes de los medios de desconexión a la acometida** Donde sea aceptado por las autoridades competentes, se permiten las conexiones antes, pero no dentro, de los medios de desconexión de la acometida principal. La acometida de emergencia debe estar suficientemente separada de los medios de desconexión de la acometida principal normal, para evitar la interrupción simultánea del suministro debida a una falla dentro del inmueble o grupos de inmuebles servidos

Nota: Véase la sec. 230-82 para los equipos permitidos en el lado de alimentación de los medios de desconexión

(f) **Equipos de la unidad** Los equipos de la unidad, individuales para iluminación de emergencia deben incluir: 1) Una batería recargable; 2) los medios de carga de la batería; 3) una instalación para una o más lámparas montadas en el equipo y/o poder tener terminales para lámparas remotas; y 4) un dispositivo de relevador dispuesto para energizar automáticamente esas lámparas al ser de características nominales y capacidad adecuadas para alimentar y mantener a no menos del 87.5% nominal de la batería para la carga total de lámparas asociadas a la unidad durante un periodo de al menos 1 1/2 horas ó deben alimentar o mantener no menos del 60% de la iluminación inicial de emergencia por un periodo no menos de 1 1/2 horas. Las baterías que sean de tipo ácido o alcalino deben diseñarse y fabricarse para cumplir con los requisitos del servicio de emergencia

Los equipos unitarios deben instalarse permanentemente en su lugar (por ejemplo, no portátiles), y todo el alambrado a cada unidad debe estar de acuerdo con los requisitos de cualquiera de los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3. Las conexiones con cordón flexible y enchufe pueden usarse siempre que la longitud del cordón no sea mayor de 1 m. El circuito derivado que alimenta el equipo unitario debe ser el mismo circuito derivado que

alimenta normalmente el alumbrado en el área y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. los aparatos de iluminación de emergencia que reciban su alimentación de un equipo unitario y que no formen parte de él estarán alambrados al equipo unitario como se indica en la sec. 700-9 y por uno de los métodos de alambrado indicados en el capítulo 3.

Excepción En un área separada e ininterrumpida alimentada por un mínimo de tres circuitos de alumbrado normal, se permite un circuito derivado separado para equipo unitario, si se origina desde el mismo tablero que aquel de los circuitos de alumbrado normales y es provisto de un elemento de bloqueo.

D. Circuitos de emergencia para alumbrado y fuerza.

700-15. Cargas en circuitos derivados de emergencia.

Los circuitos de alumbrado de emergencia no deben alimentar aparatos ni lámparas que no sean los especificados como necesarios para su utilización en servicios de alumbrado de emergencia.

700-16. Iluminación de emergencia.

La iluminación de emergencia debe incluir todas las salidas de alumbrado requeridas y todas las demás luminarias especificadas como necesarias para obtener la iluminación necesaria.

Los sistemas de alumbrado de emergencia deben ser diseñados e instalados de tal manera que la falla de un elemento cualquiera como es el caso de que se queme el filamento de una lámpara, no deje en total oscuridad el área que requiere iluminación de emergencia.

En donde el alumbrado de descarga de alta intensidad, como el de sodio, vapor de mercurio, aditivos metálicos de alta y baja presión, es usado como única fuente de iluminación normal, se requerirá que el sistema de alumbrado de emergencia funcione hasta que la iluminación normal se restaure.

Excepción Cuando los medios alternativos aseguren que el nivel de iluminación del alumbrado de emergencia se mantenga.

700-17. Circuitos para alumbrado de emergencia.

Los circuitos derivados que suministren alumbrado de emergencia deben ser instalados de tal manera que reciban servicio de una fuente de emergencia de acuerdo con la sec. 700-12, cuando el suministro normal para alumbrado esté interrumpido. Tal instalación se debe obtener por uno de los medios siguientes:

- (1) un suministro de energía para alumbrado de emergencia, independiente del sistema general

de alumbrado. A menos que ambos sistemas se usen para iluminación normal, se deben proveer medios para realizar automáticamente la transferencia del alumbrado de emergencia mediante dispositivos certificados para este propósito, en el caso de falla de suministro del sistema general de alumbrado o

- (2) dos o más sistemas separados y completos con fuentes de suministro independientes, de manera que cada sistema provea suficiente energía para el alumbrado normal y se mantengan encendidos los dos; se deben proveer medios automáticos para que cada uno se ponga en marcha cuando falle el otro. Uno u otro sistema, o ambos, pueden formar parte del sistema general del alumbrado del local protegidos, si los circuitos que alimentan las lámparas para iluminación de emergencia están instalados de acuerdo con las otras Secciones de este Artículo.

700-18. Circuitos para fuerza de emergencia.

Los circuitos derivados que alimenten equipos clasificados como de emergencia, deben tener una fuente de alimentación de emergencia a la cual sea transferida automáticamente e

inmediatamente la carga cuando falle el suministro normal.

E. Control - Circuitos del alumbrado de emergencia.

700-20. Requisitos para los interruptores.

El interruptor (es) instalado (s) en los circuitos de alumbrado de emergencia se debe(n) disponer de forma que solamente personas autorizadas tengan control sobre el alumbrado de emergencia

Excepción No. 1 Cuando dos o más interruptores de una vía estén conectados en paralelo para controlar un solo circuito, por lo menos uno de estos interruptores debe ser accesible solamente a personas autorizadas.

Excepción No. 2 Se permiten interruptores adicionales que puedan solamente encender las luces de emergencia, pero no apagarlas.

No se deben instalar interruptores conectados en serie ni de 3 o 4 vías.

700-21. Ubicación de los interruptores.

Todos los interruptores manuales que controlen circuitos de emergencia deben estar ubicados en lugares convenientes para las personas autorizadas responsables de su control. En lugares de reunión, como es el caso de un teatro, se debe ubicar un interruptor en el vestíbulo para controlar el sistema de alumbrado de emergencia, o en un lugar que se pueda llegar con facilidad

En ningún caso se debe colocar un interruptor de control para alumbrado de emergencia de un teatro, cine o lugar de reunión, dentro de una cabina de proyección, escenario o plataforma.

Excepción Cuando se provean interruptores múltiples, se permite uno de estos en lugares que estén dispuestos de tal manera que puedan solamente energizar el circuito, pero no lo pueden desenergizar

700-22. Luces exteriores.

Las luces del exterior de un inmueble que no se necesitan para la iluminación cuando la luz del día es suficiente, pueden ser controladas mediante un dispositivo automático activado por la luz de tipo certificado para este propósito

F. Protección contra sobrecorriente.

700-25. Accesibilidad.

Los dispositivos contra sobrecorriente de los circuitos derivados en circuitos de emergencia, deben ser accesibles solamente a personas autorizadas

Nota: Los interruptores termomagnéticos y fusibles para la protección contra sobrecorriente del circuito de emergencia cuando están coordinados para asegurar la separación selectiva de las corrientes de falla aumentan la confiabilidad del sistema

700-26. Protección contra falla a tierra del equipo

La fuente alterna de los sistemas de emergencia no requiere protección contra falla a tierra del equipo

ARTICULO 701. SISTEMA DE RESERVA LEGALMENTE REQUERIDO.

A. Disposiciones Generales.

701-1. Alcance.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Las disposiciones de este Artículo se aplican a la seguridad eléctrica del diseño, instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de reserva legalmente requerida, consistentes en circuitos y equipos necesarios para suministrar, distribuir y controlar la alimentación eléctrica para iluminación y/o potencia, a los servicios que la requieran, cuando el sistema o la fuente normal de electricidad se haya interrumpido.

Los sistemas a que se refiere este Artículo consiste únicamente de aquellos que están instalados permanentemente en su totalidad, incluyendo la fuente de alimentación

701-2. Sistemas de reserva legalmente requerida.

Son los sistemas de reserva legalmente requeridos por las reglamentaciones ó legislaciones federales vigentes o por cualquier autoridad competente. Estos sistemas suministran automáticamente energía a cargas seleccionadas (exceptuando los sistemas clasificados de emergencia), en el caso de falla del suministro.

Nota: Los sistemas de reserva legalmente requerida son típicamente instalados para servir cargas, tales como sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones, sistemas de ventilación y extracción de humo, sistemas de drenaje, sistemas de alumbrado y procesos industriales que en el caso de falla del suministro normal de corriente pueden ocasionar peligros o dificultar las operaciones de extinción de incendios y de rescate.

701-3. Aplicación de otros Artículos.

A excepción de lo modificado en este Artículo, todos los Artículos de esta Norma deben aplicarse

701-4. Certificación de equipos.

Todos los equipos deben ser certificados para su uso específico

701-5. Pruebas y mantenimiento para sistemas de reserva legalmente requerida.

(a) Ejecutar o presenciar pruebas. Las autoridades competentes deben efectuar o presenciar una prueba del sistema completo en el lugar de la instalación.

(b) Pruebas periódicas. Los sistemas deben ser probados periódicamente de acuerdo con un programa aceptado por las autoridades competentes, para asegurar el mantenimiento y las condiciones apropiadas de funcionamiento

(c) Mantenimiento del sistema de baterías. Donde se utilicen baterías para control, arranque o encendido de la fuerza motriz debe tenerse un mantenimiento periódico.

(d) Registros escritos o bitácora. Deberá llevarse un registro escrito o bitácora de las pruebas y del mantenimiento

(e) Pruebas con carga. Se deben proveer los medios para probar bajo carga los sistemas de reserva legalmente requerida

701-6. Capacidad y régimen.

Un sistema de reserva legalmente requerida debe tener capacidad y régimen adecuados para alimentar a todos los equipos operando simultáneamente

La fuente alterna de alimentación debe alimentar las cargas de los sistemas de reserva legalmente requerida y de reserva opcional cuando se provea un sistema automático de toma de carga y desconexión según la necesidad para asegurar la alimentación adecuada a los circuitos de reserva legalmente requerida

701-7. Equipo de transferencia

El equipo de transferencia debe ser automático, marcado para uso de reserva y certificado por las autoridades competentes

El equipo de transferencia debe ser diseñado e instalado para prevenir la interconexión

inadvertida de los sistemas normal y auxiliar de alimentación, durante cualquier operación del equipo de transferencia.

Se permite un medio para aislar el equipo del interruptor de transferencia. Cuando los interruptores de aislamiento son usados, se debe evitar el funcionamiento inadvertido en paralelo

701-8. Señales.

Se deben proveer dispositivos de señal audible y visible, donde sea posible, para los siguientes propósitos.

- (a) **De avería** Para indicar el mal funcionamiento de la fuente de reserva.
- (b) **De operación.** Para indicar que la fuente de reserva está funcionando.
- (c) **De no operación** Para indicar que el cargador de batería no está funcionando

701-9. Señales.

(a) **Asignación de reserva** Se debe colocar una señal en la entrada de la acometida que indique el tipo y la ubicación en el sitio, de las fuentes de energía de reserva legalmente requeridas.

(b) **Aterrizamiento.** Donde el conductor del circuito aterrizado conectado a la fuente de emergencia se conecte al conductor del electrodo de tierra en una localización remota de la fuente de emergencia, debe haber una señal en el lugar de aterrizamiento que identifique las fuentes normales y de emergencia conectadas en ese lugar.

B. Alambrado de circuitos.

701-10. Alambrado de los sistemas de reserva legalmente requerida.

Se permite que el alambrado de los sistemas de reserva legalmente requerida ocupe las mismas canalizaciones cables, cajas y gabinetes del alambrado general

C. Fuentes de alimentación.

701-11. Sistemas de reserva legalmente requerida.

El suministro de corriente debe ser tal que en caso de falla del suministro normal, en o dentro del edificio o del conjunto de los edificios en cuestión, la energía eléctrica del sistema de reserva legalmente requerida este disponible dentro del tiempo requerido para su uso, pero que no exceda los 60 segundos. El sistema de alimentación para el sistema de reserva legalmente requerida comprende, además del servicio normal de los edificios, uno o más de los tipos de sistemas descritos en (a) hasta (f) a continuación. El equipo unitario, de acuerdo con la Sección 701-11 (f), debe satisfacer los requerimientos aplicables de este Artículo

Para seleccionar la alimentación de un sistema de reserva legalmente requerida, debe tomarse en consideración el tipo de servicio que debe suministrar, sea este de larga o corta duración

Debe tomarse en cuenta la ubicación y/o el diseño de todo el equipo con el fin de minimizar los riesgos que puede causar la falla completa del sistema, debido a inundaciones, incendios y vandalismo

Nota La asignación del grado de confiabilidad de la alimentación de un sistema reconocido como reserva legalmente requerida depende del cuidado de la evaluación de las variables del sistema en cada instalación particular

(a) **Baterías** En una batería de régimen y capacidad apropiadas para suministrar y mantener, a no menos del 87.5% la tensión del sistema la carga total de los circuito alimentado por la fuerza de reserva legalmente requerida por un periodo no menor de 1 1/2 horas

Las baterías del tipo ácido o alcalino deben ser diseñadas y construidas para satisfacer los

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

requerimientos de servicio del sistema de emergencia y deben ser compatibles con el cargador utilizado en cada caso particular.

Para baterías selladas no es necesario que el envase sea transparente. Sin embargo, para baterías de plomo-ácido que requieren adición periódica de agua, el envase debe ser transparente o translúcido. No se pueden usar baterías de uso automotriz.

Debe proveerse un sistema automático de carga de baterías.

(b) Grupo generador.

- 1) Grupo generador accionado por una fuerza motriz, certificado por las autoridades competentes y dimensionados de acuerdo con la Sección 701-6. Deben proveerse los medios necesarios para arrancar automáticamente la fuerza motriz en caso de falla del servicio normal de fuerza, y para la transferencia automática y operación de todos los circuitos eléctricos requeridos.

Debe proveerse un sistema de retardo que permita que el generador trabaje un tiempo mínimo de 15 minutos, para evitar retransferencia en caso de restablecimiento, en un tiempo muy corto, de la fuente normal de corriente.

- 2) Donde se use como fuerza motriz un motor de combustión interna, debe proveerse un tanque interno de combustible con capacidad suficiente para no menos de dos horas de funcionamiento del sistema a plena carga
- 3) La fuerza motriz no debe depender únicamente del sistema público como fuente de combustible o de la proveedora municipal de agua para su sistema de enfriamiento. Donde se utilicen dos sistemas de suministro de combustible, deben proveerse los medios para la transferencia automática de una fuente de combustible a otra

Excepción: Donde sea aceptado por las autoridades competentes, se puede utilizar como fuente de combustible otra fuente que no sea el tanque interno, cuando exista poca probabilidad de falla simultánea del suministro externo de combustible y el suministro normal de la energía eléctrica externa

- 4) Cuando la batería sea usada para control o señal de energía o como un medio de arranque de la fuerza motriz, debe ser adecuada para tal propósito y equipada con un cargador automático independiente del grupo generador

(c) Fuentes de energía ininterrumpibles. Las fuentes de energía ininterrumpida, usadas para alimentar un sistema de reserva legalmente requerida, deben cumplir con las disposiciones aplicables, indicadas en la sec 701-11 (a) y (b)

(d) Servicio separado. Donde sea aceptado por las autoridades competentes, se permite un segundo servicio. Este servicio debe estar de acuerdo con el Artículo 230, con alimentación separado o en paralelo completamente separado eléctrica y físicamente del servicio normal para reducir la probabilidad de interrupción simultánea de la fuente

(e) Conexión antes de los medios de desconexión de la acometida. Donde sea aceptado por las autoridades competentes se permiten las conexiones antes, pero no dentro, de los medios de desconexión de la acometida principal. La acometida de reserva legalmente requerida debe estar suficientemente separada de los medios de desconexión del suministro, para evitar la interrupción simultánea de la energía debido a una falla dentro del inmueble o grupos de inmuebles alimentados

Vease la sec 230-82 para los equipos permitidos en el lado de alimentación de los medios de desconexión de la acometida

(f) Equipo de la unidad. Equipos individuales para iluminación de reserva requerido legalmente deben incluir (1) Una batería recargable (2) medios de carga de la batería, (3) disposiciones para una o más lámparas montadas en el equipo y/o permitir tener terminales para lámparas remotas, (4) un dispositivo relevador para energizar automáticamente esas lámparas,

al fallar la alimentación del equipo unitario. Las baterías deben ser de características nominales y capacidad adecuadas para alimentar y mantener no menos del 87.50% de la tensión nominal de la batería para la carga total de las lámparas asociadas a la unidad, durante un periodo no menor de 1 1/2 horas o deben alimentar y mantener no menos del 60% de la iluminación inicial de reserva legalmente requerida por un periodo no menor de 1 1/2 horas. Las baterías, del tipo ácido o alcalino, deben diseñarse y fabricarse para cumplir con los requisitos del servicio de emergencia.

El equipo de la unidad debe sujetarse permanentemente en un lugar (por ejemplo, no portátiles) y todo el alambrado a cada unidad debe estar instalada de acuerdo con los requisitos de cualquiera de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3. Cuando la longitud del cordón no sea mayor de 1 m se permite usar una conexión de cordón flexible y clavija. El circuito derivado que alimenta el equipo de la unidad debe ser el mismo circuito derivado que alimenta normalmente el alumbrado en el área y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. Los aparatos de iluminación de reserva legalmente requerida que recibe energía de un equipo de la unidad y que no son parte de dicho equipo deben ser alambrados por medio de uno de los métodos de instalación señalados en el Capítulo 3.

D. Protección contra sobrecorriente.

701-15. Accesibilidad.

Los dispositivos contra sobrecorriente del circuito derivado en los circuitos de reserva legalmente requerida deben estar accesibles únicamente a personas autorizadas.

701-17. Protección de los equipos contra falla a tierra.

La fuente auxiliar para los sistemas de reserva legalmente requerida no necesitan tener protección contra falla a tierra del equipo.

ARTICULO 702 - SISTEMAS OPCIONALES DE RESERVA

A. Disposiciones Generales

702-1 Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación y operación de los sistemas opcionales de reserva.

Los sistemas contemplados en este Artículo son aquellos que están instalados permanentemente en su totalidad incluyendo la fuerza motriz.

702-2 Sistemas opcionales de reserva. El propósito de los sistemas opcionales de reserva es el de proteger negocios, operaciones industriales o propiedades privadas, donde la seguridad de la vida de las personas no depende del funcionamiento de estos sistemas.

Se considera que los sistemas opcionales de reserva generan internamente energía eléctrica para abastecer cargas seleccionadas en forma manual o automática.

Los sistemas opcionales de reserva se instalan típicamente para proveer una fuente alterna de energía eléctrica para aplicaciones en edificios comerciales e industriales, granjas, residencias para abastecer cargas tales como sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de procesamiento de datos y comunicaciones y procesos industriales, en los cuales una falla en el suministro de energía eléctrica puede ocasionar interrupciones graves de procesos, daños a productos y equipos, etc.

702-3 Aplicación de otros artículos. Los sistemas opcionales de reserva deben cumplir con todos los Artículos relacionados con ellos en esta Norma, tomando en cuenta las

modificaciones indicadas en éste Artículo

702-4 Aprobación del equipo. Todos los equipos que se empleen en estos sistemas deben estar aprobados para ese uso.

702-5 Capacidad y rango. Un sistema opcional de reserva debe tener la capacidad y el rango adecuado para alimentar a todos los equipos que deban operar simultáneamente. El equipo de los sistemas opcionales de reserva debe ser adecuado para soportar la máxima corriente de falla que se pueda presentar en sus terminales.

706-6 Equipo de transferencia. El equipo de transferencia debe ser adecuado para el uso previsto y diseñado e instalado de tal manera que se eviten interconexiones inadvertidas entre la fuente normal de energía y la opcional, en cualquier operación del equipo de transferencia.

702-7 Señales. Deben proveerse dispositivos con señales visuales y audibles, donde sea posible, para los siguientes propósitos

- a) Avería Para indicar el mal funcionamiento de la fuente opcional de reserva.
- b) Operación Para indicar que la fuente opcional de reserva está suministrando energía a la carga

702-8 Rótulos.

a) En el equipo opcional de reserva Deben colocarse rótulos en el equipo de acometida, indicando el tipo y la ubicación de las fuentes opcionales de reserva

b) En la conexión a tierra Cuando el conductor de puesta a tierra del circuito de la fuente de emergencia se conecta al electrodo de tierra en un lugar alejado de dicha fuente, debe haber un letrero en el lugar de la puesta a tierra, que identifique a todas las fuentes de energía de servicio normal y de emergencia que estén conectadas en ese punto

B. Alambrado del sistema

702-9 Alambrado de los sistemas opcionales de reserva. Se permite que el alambrado de los sistemas opcionales de reserva ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes de otros alambrados de tipo general

ARTICULO 705. FUENTES DE PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA INTERCONECTADA.

705-1. Alcance

Este Artículo cubre la instalación de una o mas fuentes de energía eléctrica que operan en paralelo con una fuente(s) primaria(s) de electricidad. Se debe estar de acuerdo con lo requerido por la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica

Nota: La fuente primaria puede ser de servicio público, fuente de energía eléctrica en el sitio, u otras fuentes

705-2. Definición.

Para los propósitos de este Artículo se aplica la siguiente definición.

Sistema interactivo Es un sistema de producción de energía eléctrica que opera en paralelo con y que es capaz de proporcionar energía a un sistema de suministro de una fuente eléctrica primaria

705-3. Otros Artículos

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Las fuentes de producción de energía eléctrica interconectada deben cumplir con este Artículo y también con los requisitos aplicables de los siguientes Artículos.

	Artículo
Generadores	445
Sistemas solares fotovoltaicos	690
Sistemas de emergencia	700
Sistemas de reserva legalmente requerida	701
Sistemas de reserva opcional	702

705-10. Guía.

Una placa permanente o guía se debe instalar en cada equipo de acometida y en los lugares de todas las fuentes de producción de energía eléctrica capaces de ser interconectadas, indicando todas las fuentes de energía eléctrica en las instalaciones.

Excepción Las instalaciones con números grandes de fuentes de producción de energía deberá ser designadas por grupos.

705-12. Punto de conexión.

Las salidas de sistema de producción de energía eléctrica se interconectarán en los medios de desconexión de acometida en las instalaciones. Véase la sec. 230-82 Excepción No. 6

Excepción No. 1 Las salidas podrán ser interconectadas en cualquier punto(s) del inmueble donde el sistema esté calificado como un sistema eléctrico integrado e incorpore equipo de protección de acuerdo con las Secciones aplicables del Artículo 685.

Excepción No. 2 Las salidas podrán ser interconectadas en cualquier punto(s) del inmueble cuando se reúnan todas las siguientes condiciones

(a) El conjunto de fuentes de electricidad que no son de servicio público tienen una capacidad que excede los 100 kW, o la acometida es de más de 1,000 V

(b) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que sólo personas calificadas darán servicio y operarán el sistema

(c) Se establecerán y mantendrán resguardos y equipos de protección

705-14. Características de salida

La salida de un generador o de otra fuente de producción de energía eléctrica que opere en paralelo con un sistema de alimentación eléctrica deberá ser compatible con la tensión, la forma de la onda y la frecuencia del sistema al cual este conectado

Nota: El término compatible no necesariamente significa igualar la forma de la onda de la fuente primaria

705-16. Clasificación interruptiva y de tensión soportado.

Se deberá considerar la contribución de corrientes de falla de todas las fuentes de energía interconectadas para la clasificación interruptiva y de tensión soportada del equipo en sistemas interactivos

705-20. Medios de desconexión, fuentes.

Se proveerán medios para desconectar todos los conductores sin conexión a tierra de una fuente o fuentes de producción de energía eléctrica desde todos los otros conductores. Ver el Artículo 230

705-21. Medios de desconexión, equipo.

Se proveerán medios para desconectar el equipo tales como inversores o transformadores asociados con una fuente de producción de energía desde todos los conductores sin conexión a tierra de todas las fuentes de alimentación

Excepción: El equipo destinado para ser operado y mantenido como una parte integral de una fuente de producción de energía que exceda los 1000 V.

705-22. Dispositivo de desconexión.

El medio de desconexión para conductores sin conexión a tierra consistirá en un interruptor (es) o un disyuntor (es) termomagnético (s) manuales o que funcionen con energía

- 1) Situado donde sea accesible
- 2) Que funciona externamente sin exponer al operador a contacto con las partes vivas y si funciona con energía, de un tipo que pueda ser abierto en forma manual en caso de falla en el suministro de energía
- 3) Que indique claramente si está en la posición de abierto o cerrado.
- 4) Que tenga capacidades nominales no menores que la carga que es transportada y la corriente de falla que va a ser interrumpida

Para equipo de desconexión energizado desde ambos lados, se proveerá una marca que indique que todos los contactos del equipo de desconexión pueden estar energizados

Nota 1: En sistemas de generación en paralelo se pueden energizar desde ambas direcciones algunos grupos incluyendo interruptores de navajas y fusibles (Vea la Sección 240-40)

Nota 2: La interconexión a la fuente primaria exterior puede requerir un dispositivo de desconexión visible y verificable

705-30. Protección contra sobrecorriente.

Los conductores estarán protegidos según el Artículo 240. La protección contra sobrecorriente del equipo estará de acuerdo con los Artículos indicados en el Artículo 240. Los conductores y el equipo

conectado a más de una fuente eléctrica tendrán un número suficiente de dispositivos de sobrecorriente, ubicados de tal manera que proporcionen protección desde todas las fuentes.

- 1) Los generadores estarán protegidos de acuerdo con la Sección 445-4
- 2) Los sistemas solares fotovoltaicos estarán protegidos de acuerdo con el Artículo 690.
- 3) Se proveerá protección contra sobrecorriente para un transformador con una fuente (s) en cada lado de acuerdo con la Sección 450-3, tomando en cuenta primero un lado del transformador, luego el otro lado como el primario

705-32. Protección contra falla a tierra.

Cuando se use protección contra falla a tierra la salida de un sistema interactivo se conectará al lado de la alimentación de la protección contra falla a tierra

Excepción: Se permitirá hacer la conexión del lado de la carga de la protección contra falla a tierra siempre que haya protección de falla a tierra para equipos desde todas las fuentes de corriente de falla a tierra

705-40. Pérdida de la fuente primaria.

Cuando haya pérdida de la fuente primaria se desconectará automáticamente de la fuente de producción de energía eléctrica todos los conductores sin conexión a tierra de la fuente primaria y no serán reconectados hasta que esta se restaure

Nota 1: Sería peligroso para el personal y equipo asociado con la fuente primaria si una fuente de producción de energía eléctrica interactiva puede operar en forma aislada. Se pueden requerir métodos especiales de detección para determinar si ha ocurrido una interrupción del sistema de alimentación de la fuente primaria y se debería hacer desconexión automática.

Cuando se restaure el sistema de alimentación de la fuente primaria, se pueden requerir métodos especiales de detección para limitar la exposición de las fuentes de producción de

energía a una reconexión fuera de fase.

Nota 2: El equipo generador de inducción en sistemas con capacitancia significativa puede llegar a autoactivarse por la pérdida de la fuente primaria y como resultado de una severa sobretensión.

705-42. Interconexiones desbalanceadas.

Una fuente de producción de energía eléctrica, de tres fases, se desconectará automáticamente de todos los conductores sin conexión a tierra de sistemas interconectados, cuando una de las fases de esa fuente se abra

Excepción: Una fuente de producción de energía eléctrica que provea energía para un sistema de emergencia o sistema de reserva legalmente requerida

705-43. Generadores sincrónicos.

Los generadores sincrónicos en un sistema paralelo, serán provistos de equipo necesario para establecer y mantener una condición sincrónica

705-50. Puesta a tierra.

Las fuentes de producción de energía eléctrica interconectadas se pondrán a tierra de acuerdo en el Artículo 250

Excepción Para sistemas de corriente directa, conectados directamente a través de un inversor a la acometida con puesta a tierra, se permitirán otros métodos que cumplan con la protección equivalente del sistema y que utilicen equipo ensillado e identificado para el uso

ARTICULO 709 ALUMBRADO ESPECIAL DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION EN LUGARES DE CONCENTRACION PUBLICA

709-1 Alumbrado especial de emergencia

Las instalaciones destinadas a alumbrado especial de emergencia tiene por objeto asegurar aun faltando el alumbrado general la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen (quirófanos, etc.)

Se incluyen dentro de este alumbrado los de emergencia, señalización y reemplazamiento

(a) Alumbrado de emergencia

Es aquel que debe permitir, en caso de faltar el alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. Debe ser alimentado únicamente por fuentes propias de energía sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior. Cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos se puede utilizar un suministro exterior para proceder a su carga

El alumbrado de emergencia debe funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada

El alumbrado de emergencia debe instalarse en los locales que se indiquen en cada caso y siempre en las salidas de estas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. En el caso de que exista un tablero principal de distribución en el local donde éste se instale, así como sus accesos deben estar provistos de alumbrado de emergencia

(b) Alumbrado de señalización

Es el que se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la ubicación de puertas, pasillos,

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

escaleras y salidas de los locales durante todo el tiempo que permanezca con público. Debe ser alimentado al menos por dos suministros sean ellos normal, complementario o procedente de fuente propia de energía eléctrica de las admitidas en el artículo 709.2 de esta instrucción (ver la sección 709.2). Debe proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación de 1 lux.

El alumbrado de señalización se debe instalar en los locales que en cada caso se indiquen y siempre en las salidas de estos y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Cuando los locales que deban iluminarse con este alumbrado coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados pueden ser los mismos

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización falle o su tensión baje a menos del 70 % de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización debe pasar automáticamente al segundo suministro

(c) Alumbrado de reemplazamiento

Este alumbrado debe permitir la continuación normal del alumbrado total durante un mínimo de dos horas y debe obligatoriamente ser alimentado por fuentes propias de energía pero no por ningún suministro exterior. Si las fuentes propias de energía están constituidas por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, debe utilizarse un suministro exterior para su carga

(d) Instrucciones complementarias

Para las tres clases de alumbrados especiales mencionados, se deben emplear lámparas incandescentes o lámparas fluorescentes con dispositivo de encendido rápido e instantáneo, alimentadas por fuentes propias de energía cuando corresponda según los aparatos anteriores.

Los distintos aparatos de control, mando y protección generales para las instalaciones del alumbrado

especial que se menciona figura un voltímetro de clase 2.5 por lo menos, se dispondrá en un tablero central situado fuera de la posible intervención del público. No se precisa la instalación de este tablero cuando el alumbrado especial se haga por medio de aparatos autónomos automáticos

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas del alumbrado especial están protegidas por interruptores automáticos con una corriente nominal de 15 A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz o si en los locales considerados existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, éstos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a doce.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se deben disponer cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas a 5 cm como mínimo de otras canalizaciones eléctricas y cuando se instalen en huecos de la construcción deben estar separadas de éstas por tabiques incombustibles no metálicos

(e) Locales que deben ser provistos de alumbrado especial de emergencia

(e.1) Con alumbrado de emergencia

Todos los locales de reunión que puedan albergar a 100 personas o más, los locales de espectáculos y lugares de cuidado de la salud

(e.2) Con alumbrado de señalización

Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, lugares de cuidado de la salud, y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales iluminación mínima de 1 lux

(e.3) Con alumbrado de reemplazamiento

Lugares de cuidado de la salud únicamente en quirófanos, expulsión, salas de curación y

unidades de vigilancia intensiva

709-2 Fuentes propias de energía

La fuente propia de energía debe estar constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y otros se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidoras de la energía eléctrica o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70 % de su valor nominal.

La fuente propia de energía en ningún caso debe estar constituida por baterías de pilas.

La capacidad mínima de esta fuente propia de energía es como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de emergencia en las condiciones señaladas en el inciso (a) de este artículo

En los lugares de cuidado de la salud, grandes hoteles, locales de espectáculos de gran capacidad, estaciones de viajeros, estacionamientos subterráneos, aeropuertos y establecimientos comerciales con gran afluencia de público, las fuentes propias de energía deben poder suministrar además de los alumbrados especiales la potencia necesaria para atender servicios urgentes o indispensables

709-3 Prescripciones de carácter general

Las instalaciones en los locales deben cumplir las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan

(a) El tablero de distribución e igualmente los tableros secundarios, se deben instalar en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estén separados de los locales donde exista un peligro de incendio o de pánico (cabines de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras de fuego

(b) En el tablero general de distribución o en los secundarios se debe disponer de dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas de distribución. Cerca de cada uno de los interruptores del tablero se debe colocar una placa indicando el circuito a que pertenecen

(c) En las instalaciones para alumbrado de locales donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, debe ser tal que el corte de corriente en cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales que se iluminan alimentadas por dichas líneas

(d) Las canalizaciones deben incluir

Conductores aislados para tensión nominal no inferior a 600 V, aislamiento de tipo no propagador de la llama de baja emisión de humos y de baja toxicidad preferentemente en canalizaciones empotradas en las zonas accesibles al público

(e) Se deben adoptar las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

ARTICULO 710 - INSTALACIONES CON TENSIONES NOMINALES MAYORES DE 600 V

A. Disposiciones generales

710-1. Alcance.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Este Artículo cubre los requisitos generales para todos los circuitos y equipos que operan a más de 600 V nominales.

710-2. Definición.

Para los propósitos de este Artículo, el término "Alta Tensión" se aplica a tensiones de operación mayores a 600 V nominales

710-3. Instalaciones cubiertas por otros Artículos

Las disposiciones aplicables a tipos específicos de instalación están comprendidas en los siguientes Artículos

	Artículo
Ductos con barras (Electroductos)	364
Charolas para cables	318
Capacitores	460
Conductores para instalaciones de uso general	310
Definiciones	100
Anuncios eléctricos y alumbrado arquitectónico	600
Cables y cordones flexibles	400
Puesta a tierra	250
Luminarias, portalámparas, lámparas y receptáculos	410
Motores, circuitos de motores, y controles	430
Salidas, contactos, cajas de empalme y jalado, conduletas y accesorios relacionados	370
Circuitos alimentadores y derivados exteriores	225
Protección contra sobrecorrientes	240
Requerimientos para instalaciones eléctricas	110
Resistores y reactores	470
Servicios (Acometidas)	230
Apartarrayos	280
Transformadores y bovedas para transformadores	450
Métodos de alambrado	300

(n) (En el Apéndice se encuentra ordenado alfabéticamente)

710-4 Métodos de alambrado.

(a) **Conductores por encima del nivel del piso** Los conductores para instalaciones sobre el nivel del piso, deben ser instalados en tubería metálica rígida, tubo conduit metálico intermedio, tubo conduit no metálico rígido, charolas para cables, ductos con barras (electroducto) ducto con cables y en otras canalizaciones adecuadas o en trayectorias abiertas de cable con cubierta metálica adecuado para ese uso y propósito

En sitios accesibles únicamente a personal calificado puede usarse trayectorias abiertas con cables Tipo MV conductores desnudos o barras desnudas

(b) **Conductores en instalaciones subterráneas** Los conductores en instalaciones subterráneas deben estar identificados para la tensión y las condiciones en las que se instalan.

Los cables directamente enterrados deben cumplir con las disposiciones de la Sección 310-7.

Los cables subterráneos pueden instalarse directamente enterrados o dentro de canalizaciones adecuadas para ese uso, y deben cumplir con las profundidades de instalación indicadas en la Tabla 710-4(b)

Los cables sin pantalla pueden instalarse en tubo conduit rígido metálico, tubo conduit metálico intermedio o en tubo conduit no metálico rígido embebidos en concreto con espesor no menor de 80 mm

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Excepción No. 1: Cables Tipo MC con conductores sin pantalla, donde la cubierta metálica sea puesta a tierra en forma efectiva cumpliendo con los requisitos de la Sección 250-51.

Excepción No. 2: Cables con cubierta de plomo con conductores sin pantalla, donde la cubierta de plomo sea puesta a tierra en forma efectiva cumpliendo con los requisitos de la Sección 250-51.

Tabla 710-4(B).-Profundidad mínima de enterrado*

Tensión del circuito	Cables directamente enterrados	Tubo conduit no metálico rígido**	Tubo conduit metálico rígido e intermedio
	mm	mm	mm
Más de 600V - 22 kV	750	450	150
Más de 22 kV - 40 kV	900	600	150
Más de 40 kV	1 100	750	150

* La profundidad mínima es la distancia en mm, más corta medida desde un punto en la superficie superior de cualquier conductor directamente enterrado, cable, tubo conduit, u otra canalización hasta la superficie exterior del piso terminado, concreto o recubrimiento similar.

** Certificados por un Organismo de Certificación Acreditado como adecuados para enterrarse directamente sin estar embebidos

Todos los demás sistemas no metálicos requieren una protección de 50 mm de espesor de concreto o un material equivalente sobre el conduit en adición a la profundidad indicada en esta Tabla

Excepciones a la Tabla 710-4(b)

Excepción No. 1: En áreas sujetas a tráfico de vehículos, tales como casetas de cobro o áreas de estacionamientos comerciales, se debe tener una profundidad mínima de enterrado de 610 mm

Excepción No. 2: La profundidad mínima de enterrado para otras canalizaciones diferentes del tubo conduit metálico rígido y del tubo conduit metálico intermedio puede reducirse 150 mm por cada 50 mm de protección de concreto o material equivalente colocado en la trinchera sobre la instalación subterránea

Excepción No. 3: Los requerimientos de profundidad mínima no se aplican a tubos conduit u otras canalizaciones situadas bajo un edificio o una placa exterior de concreto de un espesor no menor de 100 mm, y que se extienda más allá de la instalación subterránea por no menos de 150 mm. Se debe poner una cinta con un letrero de advertencia u otro método adecuado sobre la instalación subterránea para avisar la existencia de esta

Excepción No. 4: Se permiten profundidades menores cuando los cables y conductores suben para las terminales o empalmes o cuando se requiere el acceso por alguna otra razón.

Excepción No. 5: En pistas de aeropuertos, incluyendo áreas adyacentes en las cuales el acceso está prohibido, se permite que los cables puedan ser enterrados sin canalización ni revestimiento de concreto o material equivalente, a profundidades no menores de 450 mm.

Excepción No. 6: Las canalizaciones instaladas en roca sólida pueden enterrarse a menor profundidad siempre y cuando estén cubiertas con una capa de 50 mm de espesor de concreto, la cual debe extenderse sobre los bordes de la roca

- 1) Protección contra daños. Los conductores que salen del suelo deben ser colocados dentro de canalizaciones aprobadas. Las canalizaciones instaladas en postes deben ser de tubo metálico rígido, tubo metálico intermedio, tubería de PVC cedula 80 u otra equivalente y extendiéndose desde el nivel de la tierra hasta un punto

a 2 50 m, por encima del piso terminado. Los conductores que entren a un edificio deben ser protegidos por una envoltura aprobada, desde su salida del suelo hasta el punto de entrada. Las cubiertas metálicas deben ser puestas a tierra.

- 2) Empalmes. Se permite que en los cables directamente enterrados se hagan empalmes o derivaciones sin emplear cajas de empalme, siempre y cuando se utilicen materiales adecuados para esa aplicación. Los empalmes y derivaciones deben ser herméticos al agua y estar protegidos contra daños mecánicos

Para los cables con pantalla, ésta debe ser continua a través de los empalmes o derivaciones

- 3) Relleno. Para rellenar la excavación después de la instalación, no deben usarse materiales que contengan piedras grandes, pavimentos, escorias, materiales grandes o con bordes cortantes, o materiales corrosivos, que puedan dañar las canalizaciones o los cables, o que impidan la compactación adecuada del relleno, o que contribuyan a la corrosión de las canalizaciones, de los cables, o de otras subestructuras.

Para evitar daños físicos a la canalización o al cable, éstos deben protegerse con material de relleno seleccionado de granulación uniforme, o con mangas adecuadas

- 4) Sellos para las canalizaciones. Cuando una canalización entre a un edificio desde el sistema subterráneo, el extremo a la entrada del edificio debe ser sellado con un compuesto adecuado para evitar la entrada de humedad o gases, o debe estar dispuesta en tal forma que evite el contacto de la humedad con las partes vivas

(c) Barras. Se permiten tanto las barras de cobre como las de aluminio

710-5. Pantallas sobre aislamiento.

Los componentes metálicos y semiconductores de las pantallas sobre aislamiento de cables con pantalla, deben removerse hasta una distancia que depende de la tensión del circuito y del material del aislamiento. Deben proveerse medios para la reducción del esfuerzo eléctrico en todas las terminaciones de la pantalla del cable

Deben ponerse a tierra los componentes metálicos de las pantallas como cintas, alambres o mallas, o combinaciones de ellos, así como sus elementos complementarios, conductores o semiconductores

710-6. Puesta a tierra.

El alambrado y las instalaciones de equipos deben ponerse a tierra siguiendo las disposiciones aplicables del Artículo 250

710-7. Protección mecánica o contra la humedad de cables con cubierta metálica.

Cuando los conductores de un cable salen de la cubierta metálica y se requiere protección contra la humedad o contra daños físicos el aislamiento de los conductores debe estar protegido por un dispositivo terminal apropiado

710-8. Protección del equipo de acometida, interruptores en gabinete metálico y tableros de control industrial.

No debe haber cerca del sistema eléctrico tubos o ductos que no pertenezcan a la instalación eléctrica y que requieran mantenimiento periódico y cuya falla pueda poner en peligro la operación del equipo de acometida interruptores en gabinete metálico o tableros de control industrial. Deben proveerse protecciones para evitar daños producidos por condensación, fugas o roturas en los tubos o ductos que no pertenecen al sistema eléctrico. Cuando las tuberías o instalaciones similares pertenecen al sistema de protección contra incendio, éstas se consideran como una parte del sistema eléctrico

B. Disposiciones generales para equipos

710-11. Instalaciones en interiores. Véase Sección 110-31(a).

710-12. Instalaciones en exteriores. Véase Sección 110-31(b).

710-13. Equipos con cubierta metálica. Véase Sección 110-31(c).

710-14. Equipos con aceite.

La instalación de equipos eléctricos, que no sean los transformadores considerados en el Artículo 450, y que contengan más de 40 l de aceite inflamable por unidad, deben cumplir con las partes B y C del Artículo 450

C. Disposiciones específicas para equipos

Nota: Véase también las referencias de la Sección 710-2, para las instalaciones de tipos específicos

710-20. Protección contra sobrecorriente.

Debe proveerse protección contra sobrecorriente en cada conductor activo (no aterrizado) mediante alguna de las siguientes formas

(a) Relevadores de sobrecorriente y transformadores de corriente

Los interruptores de circuito utilizados para la protección contra sobrecorriente de circuitos trifásicos, deben tener como mínimo tres relevadores de sobrecorriente accionados por tres transformadores de corriente.

Excepción No. 1 En circuitos de 3 fases, 3 hilos, se permite que un relevador de sobrecorriente en el circuito residual de los transformadores de corriente reemplace a uno de los relevadores de fase.

Excepción No. 2 Un relevador de sobrecorriente accionado por un transformador de corriente que interconecte a todas las fases de un circuito de 3 fases, 3 hilos, puede reemplazar al relevador residual y a uno de los transformadores de corriente de los conductores de fase. Cuando el neutro no se reconecta a tierra en el lado de la carga del circuito, (como variación de lo permitido en la Sección 250-

152(b)) se permite que el transformador de corriente interconecte a los tres conductores de fase y al conductor del circuito de tierra (neutro)

(b) Fusibles. Debe conectarse un fusible en serie con cada conductor no aterrizado.

710-21. Dispositivos de interrupción de circuitos

(a) Interruptores de circuito

- 1) En las instalaciones interiores deben ser unidades en gabinetes metálicos o montadas en celdas resistentes al fuego

Excepción Se permite el montaje de interruptores de circuito en áreas expuestas, en lugares que sean accesibles solamente a personas calificadas

- 2) Los interruptores utilizados en circuitos con transformadores en aceite pueden estar situados fuera de la bodega del transformador o dentro de esta, siempre y cuando se puedan operar desde fuera de la bodega
- 3) Los interruptores en aceite deben ubicarse de forma tal que materiales o estructuras adyacentes que sean fácilmente combustibles, estén protegidas de manera apropiada
- 4) Los interruptores deben tener las siguientes características de operación o contar con el siguiente equipo
 - a. Un medio mecánico accesible u otro medio aprobado para el accionamiento manual, independiente del control de potencia.
 - b. Que no haya obstrucciones para el disparo

- c. Si el interruptor puede abrirse o cerrarse manualmente mientras está energizado, los contactos principales deben operar independientemente de la velocidad de la operación manual.
- d. Un indicador de posición mecánico en el interruptor para mostrar la posición abierta o cerrada de los contactos principales.
- e. Un medio de indicación de la posición abierta o cerrada del interruptor en el (los) sitio (s) desde los cuales puede ser operado.
- f. Una placa de datos legible y permanente, que muestre el nombre del fabricante o marca registrada, número de identificación o código del tipo según el fabricante, capacidad de corriente nominal, capacidad de interrupción en MVA o amperes y la tensión máxima de operación.

Cuando se realice una modificación al interruptor, que afecte a sus características nominales de operación, se debe hacer el cambio correspondiente en la información de la placa de datos.

- 5) La capacidad de corriente nominal en régimen continuo del interruptor no debe ser menor que la corriente máxima que circule en forma continua a través del interruptor.
- 6) La capacidad nominal de interrupción de un interruptor no debe ser menor que la máxima corriente de falla que pueda tener que interrumpir, incluyendo las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.
- 7) La capacidad nominal de cierre de un interruptor no debe ser menor que la corriente de falla máxima asimétrica en la cual el interruptor pueda ser cerrado.
- 8) La capacidad momentánea de un interruptor no debe ser menor que la máxima corriente de falla asimétrica en el punto de su instalación.
- 9) La tensión máxima nominal de un interruptor no debe ser menor que la tensión máxima del circuito.

(b) Fusibles de potencia y portafusibles

- (1) **Uso.** Cuando los fusibles se emplean para proteger conductores y equipos, debe colocarse un fusible en cada conductor no aterrizado. Se permite usar dos fusibles de potencia en paralelo para proteger la misma carga, si ambos fusibles tienen idéntico rango y si ambos están instalados en un montaje común con conexiones eléctricas que dividan la corriente en partes iguales.

Los fusibles de potencia con expulsión de gases no deben ser usados en interiores, registros subterráneos o en gabinetes metálicos a menos que sean adecuados para tales usos.

- (2) **Capacidad de interrupción.** La capacidad nominal de interrupción de los fusibles de potencia no debe ser menor que la máxima corriente de falla que el fusible que pueda llegar a interrumpir, incluyendo las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.
- (3) **Tensión nominal.** La tensión nominal máxima de los fusibles de potencia no debe ser menor que la tensión máxima del circuito. Los fusibles que tengan una tensión de operación mínima recomendada no deben ser empleados en tensiones inferiores a esa tensión.
- (4) **Identificación de las unidades fusibles y de sus montajes.**
Las unidades fusibles y los montajes para fusibles deben tener placas de identificación legibles y permanentes mostrando el tipo o designación del fabricante, la capacidad de corriente en régimen de operación continua, la capacidad de interrupción de corriente y la tensión máxima de operación.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

(5) **Fusibles.** Los fusibles que al abrir un circuito desprendan llamas, deben diseñarse o estar instalados de tal manera que su operación no represente peligro para las personas o propiedades

(6) **Portafusibles.** Los portafusibles deben estar diseñados o instalados de tal forma que queden desenergizados cuando se tenga que reemplazar un fusible.

Excepción: Cuando los fusibles y portafusibles están diseñados para permitir el reemplazo de fusibles por personas calificadas, usando el equipo diseñado para ese propósito sin desenergizar el portafusible

(7) **Fusibles de alta tensión.** Los interruptores en gabinetes metálicos y subestaciones compactas, que utilicen fusibles de alta tensión, deben contar con un mecanismo de accionamiento en grupo para los fusibles. Se debe proveer un medio de desconexión entre los fusibles y el circuito, ya sea conectando un interruptor entre la fuente de alimentación y los fusibles, o instalando un interruptor removible y del tipo con fusibles. El interruptor debe ser del tipo de operación con carga, a menos que esté mecánica o eléctricamente enlazado con un dispositivo de operación con carga, que permita reducir la carga a la capacidad de operación del interruptor

Excepción: Se permite usar más de un interruptor como medio de desconexión para un grupo de fusibles, cuando dichos interruptores se instalan para proveer conexión a más de un grupo de conductores de alimentación. Los interruptores deben tener un dispositivo de seguridad mecánico o eléctrico que permita el acceso a los fusibles solamente cuando todos los interruptores estén abiertos. Se debe colocar un rotulo visible que diga:

**"PRECAUCION - LOS FUSIBLES PUEDEN ESTAR
ENERGIZADOS DESDE MAS DE UNA FUENTE".**

(c) **Cortacircuitos fusible y eslabones fusible - tipo expulsión**

(1) **Instalación.** Los cortacircuitos deben estar localizados de tal manera que puedan ser operados con facilidad y seguridad, y los fusibles puedan reemplazarse de igual forma, y que la expulsión de gases de los fusibles no sea peligrosa para el personal. Los cortacircuitos de distribución no deben usarse en locales interiores o subterráneos, o en gabinetes metálicos

(2) **Operación.** Cuando los cortacircuitos con fusibles no son apropiados para interrumpir el circuito manualmente mientras se está a plena carga, debe instalarse un dispositivo adecuado para interrumpir la totalidad de la carga. A menos que los cortacircuitos estén enlazados con el interruptor para evitar aperturas de los cortacircuitos bajo carga, se debe colocar en éstos un letrero que resalte claramente y en forma legible la inscripción

"CUIDADO - NO ABRIR CON CARGA".

(3) **Capacidad de interrupción.** La capacidad nominal de interrupción de los cortacircuitos de distribución no debe ser menor que la máxima corriente de falla que el cortacircuito que pueda llegar a interrumpir, incluyendo las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas

(4) **Tensión nominal.** La tensión máxima nominal de los cortacircuitos no debe ser menor que la tensión máxima del circuito

(5) **Identificación.** Los cortacircuitos de distribución deben tener sobre su cuerpo, puerta o tubo fusible una placa o identificación legible y permanente indicando el tipo o designación del fabricante, la capacidad de corriente en régimen de operación continua, la capacidad de interrupción de corriente y la tensión máxima de operación.

(6) **Fusibles.** Los eslabones fusibles deben tener una identificación legible y permanente indicando la capacidad de corriente en régimen de operación continua y

tipo

- (7) **Instalación en estructuras exteriores.** La altura de los cortacircuitos instalados en estructuras exteriores, debe ser tal que se tenga una separación segura entre las partes energizadas más bajas (posición abierta o cerrada) y las superficies donde pueda haber personas, como lo indica la Sección 110-34(e).

(d) Cortacircuitos en aceite

- (1) **Capacidad de corriente de régimen continuo.** La capacidad de corriente nominal en régimen continuo del cortacircuito en aceite no debe ser menor que la corriente máxima que circule en forma continua a través del cortacircuito
- (2) **Capacidad de interrupción.** La capacidad nominal de interrupción de los cortacircuitos en aceite no debe ser menor que la máxima corriente de falla que el cortacircuito que pueda llegar a interrumpir, incluyendo las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas
- (3) **Tensión nominal.** La tensión máxima nominal de los cortacircuitos no debe ser menor que la tensión máxima del circuito
- (4) **Capacidad de cierre en condiciones de falla.** Los cortacircuitos en aceite deben tener una capacidad de cierre en condiciones de falla no menor que la máxima corriente de falla asimétrica que pueda ocurrir en el sitio de instalación, a menos que bloqueos apropiados o procedimientos de operación impidan la posibilidad de cerrarlo en condición de falla
- (5) **Identificación.** Los cortacircuitos deben tener una placa de datos legible y permanente indicando la capacidad de corriente en régimen de operación continua, la capacidad de interrupción de corriente y la tensión máxima de operación
- (6) **Eslabones fusible.** Los eslabones fusible deben tener una identificación legible y permanente indicando la capacidad de corriente en régimen de operación continua
- (7) **Ubicación.** Los cortacircuitos deben ubicarse de tal manera que sean de acceso fácil y seguro para el reemplazo de fusibles, y que el extremo superior del cortacircuito quede a una altura sobre el piso o plataforma no mayor de 1.5 m
- (8) **Guardas.** Deben tenerse guardas o envoltentes adecuados para evitar contactos con cables sin pantalla o partes energizadas de los cortacircuitos en aceite

(e) **Interruptores de operación con carga.** Se permite el uso de interruptores de operación con carga si se usan en conjunto con fusibles o interruptores termomagnéticos para interrumpir las corrientes de falla. Cuando estos dispositivos se usan en forma combinada, deben estar coordinados eléctricamente de tal manera que resistan con seguridad los efectos de cierres, transporte o interrupción de todas las corrientes posibles, hasta la máxima corriente de cortocircuito del sistema

Quando se instale más de un interruptor con terminales de carga interconectadas para proporcionar conexión opcional a los diferentes conductores de alimentación, cada interruptor debe estar provisto de un letrero llamativo que diga

"PRECAUCION - EL INTERRUPTOR PUEDE ESTAR ENERGIZADO POR RETROALIMENTACION".

- (1) **Capacidad de corriente en régimen continuo.** La capacidad de corriente en régimen continuo de los interruptores debe ser igual o mayor que la máxima corriente que circule en el punto de instalación
- (2) **Tensión nominal.** La tensión máxima nominal de los interruptores debe ser igual o mayor que la tensión máxima del circuito
- (3) **Identificación.** Los interruptores deben tener una placa de datos legible y permanente indicando el Tipo o designación del fabricante, la capacidad de corriente

en régimen de operación continua, la capacidad de interrupción de corriente, la capacidad de cierre en condiciones de falla y la tensión máxima de operación.

(4) **Interrupción de los conductores.** El mecanismo de interrupción debe estar montado en tal forma que pueda ser operado desde un lugar donde el operador no esté expuesto a partes energizadas, y debe abrir simultáneamente, en una sola operación, a todos los conductores del circuito que no estén conectados a tierra. Los interruptores deben estar montados en tal forma que permanezcan bloqueados en la posición de abierto. Los interruptores en gabinete metálico deben poderse accionar desde el exterior del mismo.

(5) **Energía almacenada para apertura.** Debe permitirse que el mecanismo de apertura que opera con energía almacenada quede en posición de descargado después de que el interruptor ha sido cerrado, si al accionar la palanca para abrir el interruptor simultáneamente se carga ese mecanismo

(c)(^{ne} NE)(11) **Terminales de alimentación.** Los interruptores con fusibles deben estar instalados de tal manera que todas las terminales de alimentación estén en la parte superior del gabinete del interruptor

Excepción No se requiere que las terminales de alimentación estén en la parte superior del gabinete del interruptor si se instalan barreras para evitar contactos accidentales de personas con partes energizadas, o que caigan herramientas o fusibles sobre las partes energizadas

710-22. Medios de aislamiento.

Deben proveerse medios para aislar completamente cada componente del equipo. No se requiere el uso de interruptores que separen secciones del equipo, cuando se existan otras maneras de desenergizar el equipo para inspecciones y reparaciones, como es el caso de los tableros de distribución en gabinetes metálicos con partes removibles y el de los paneles o secciones deslizantes retirables

Los interruptores que no estén interconectados a un dispositivo aprobado para interrumpir con carga deben tener un aviso de peligro que indique que ese interruptor no se debe abrir con carga

Se permite el empleo de un juego de portafusibles y sus fusibles, como interruptor de separación, si están diseñados para ese propósito

710-23. Reguladores de tensión.

La secuencia adecuada de interrupción para reguladores debe garantizarse por alguno de los medios siguientes

- 1) interruptor(es) de derivación de secuencia mecánica
- 2) interconexiones mecánicas
- 3) procedimiento de interrupción mostrado en una pantalla de manera visible en el lugar de accionamiento de dicho dispositivo

710-24 Ensamblajes para control industrial e interruptores de potencia en gabinetes metálicos.

(a) **Alcance.** Esta Sección cubre los ensambles de interruptores de potencia en gabinetes metálicos y control industrial, incluyendo interruptores, dispositivos de interrupción y su control, equipos para medición, protección y regulación u otros componentes, cuando formen parte integral del ensamble y las interconexiones y estructuras de soporte asociadas

Esta Sección también incluye ensambles de interruptores de potencia en gabinetes metálicos que forman parte de subestaciones unitarias, centros de potencia o equipos similares.

(b) **Montaje de los dispositivos en ensambles** El montaje de los dispositivos en

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

ensambles debe ser tal que los componentes individuales puedan realizar en forma segura su función específica sin afectar adversamente la operación segura de otros componentes del ensamble.

(c) **Protección de partes energizadas en alta tensión dentro de un compartimiento.** Cuando además de la inspección visual externa se requiera acceso a un recinto que contenga partes en alta tensión energizadas, deben proveerse barreras protectoras adecuadas por las siguientes razones

(1) para evitar contactos accidentales con partes energizadas

Excepción No. 1. Cuando los fusibles o portafusibles están diseñados para permitir el reemplazo de los fusibles por personas calificadas usando equipo diseñado para ese propósito sin desenergizar el portafusibles

Excepción No. 2 Se permite tener partes energizadas descubiertas dentro del recinto cuando sean accesibles sólo a personal calificado.

(2) Para evitar la caída de herramientas u otros equipos sobre partes energizadas

(d) **Protección de partes energizadas en baja tensión dentro de un compartimiento.** Las partes desnudas energizadas montadas en puertas de gabinetes deben tener guardas cuando la puerta deba abrirse para mantenimiento de equipos o reemplazo de equipo removible.

(e) **Separación para cables conductores que entran a un gabinete.** El espacio libre en el lado opuesto a las terminales, o a la entrada de canalizaciones o cables que entren a un ensamble de control o de interrupción, debe ser adecuado para el tipo de conductor y el método de terminación.

(f) **Accesibilidad de partes energizadas**

(1) Las puertas que puedan permitir el acceso de personas no calificadas a partes energizadas de alta tensión deben cerrarse con llave

(2) El equipo de control en baja tensión, relevadores, motores y otros similares no deben instalarse en compartimientos donde existan partes descubiertas energizadas en alta tensión o cables de alta tensión a menos que la puerta o cubierta de acceso tenga una protección tal que al abrirse la puerta o retirarse la cubierta, se abran el interruptor o los medios de desconexión de alta tensión

Excepción No. 1 Los instrumentos o transformadores de control conectados en alta tensión.

Excepción No. 2 Calefactores eléctricos

(g) **Puesta a tierra.** Los gabinetes de los ensambles de control e interruptores deben estar conectados a tierra

(h) **Puesta a tierra de dispositivos.** Los dispositivos con cubierta y/o gabinetes metálicos tales como instrumentos, relevadores, medidores y transformadores de control e instrumentos, situados dentro o sobre el gabinete del interruptor deben tener la cubierta o el gabinete conectados a tierra

(i) **Seguros de puerta y cubiertas.** Las puertas o cubiertas embisagradas externas de los gabinetes deben estar provistas de seguros para mantenerlas en la posición abierta. Las cubiertas que se requieran remover para inspeccionar partes o alambrados energizados, deben estar equipadas con asas para levantarlas y no deben exceder de un área de 1.10 m² o 27 kg de peso, a menos que estén embisagradas y atornilladas o con cerradura

(j) **Descarga de gas de los dispositivos de interrupción.** La descarga de gas durante la operación de los dispositivos de interrupción debe ser dirigida de tal forma que no sea peligrosa para el personal

(k) **Ventanas de inspección.** Las ventanas que se usen para propósitos de inspección en los gabinetes de los interruptores u otros equipos deben ser de material transparente apropiado.

(l) **Ubicación de los dispositivos.** Las palancas o los botones pulsadores de interruptores

de transferencia de control e instrumentos, deben estar en situados de tal forma que permitan el fácil acceso y estar a una altura no mayor de 2 m.

Excepción No. 1. Las palancas de operación que requieran más de 23 kg de fuerza no deben estar a una altura mayor de 1,65 m, ya sea en la posición de abierto o cerrado.

Excepción No. 2 Las palancas de operación para dispositivos de operación poco frecuente cuando puedan ser accionados o darles servicio desde una plataforma portátil, ejemplos: fusibles removibles de transformadores de potencial o control y su medio de desconexión del primario, interruptores de transferencia de barras

(m) Mecanismos de seguridad en compartimientos de interruptores Los interruptores equipados con mecanismos de energía almacenada deben tener seguros mecánicos para evitar el acceso al compartimiento de los interruptores, a menos que el mecanismo de energía almacenada esté en la posición de descargado o bloqueado

(n) Energía almacenada para apertura Debe permitirse que el mecanismo de apertura que opera con energía almacenada quede en posición de descargado después de que el interruptor ha sido cerrado, si al accionar la palanca para abrir el interruptor simultáneamente se carga ese mecanismo.

(o) Interruptor con fusibles

(1) Los interruptores con fusibles deben estar instalados de tal manera que todas las terminales de alimentación estén en la parte superior del gabinete del interruptor

Excepción No se requiere que las terminales de alimentación estén en la parte superior del gabinete del interruptor si se instalan barreras para evitar contactos accidentales de personas con partes energizadas, o que caigan herramientas o fusibles sobre las partes energizadas.

(2) Cuando los fusibles puedan ser energizados por retroalimentación, debe colocarse un letrero en la puerta del gabinete, con la siguiente leyenda:

"PELIGRO - LOS FUSIBLES PUEDEN SER ENERGIZADOS POR RETROALIMENTACION"

(3) El mecanismo de interrupción debe estar montado en tal forma que pueda ser operado desde un lugar donde el operador no esté expuesto a partes energizadas, y debe abrir simultáneamente en una sola operación, a todos los conductores del circuito que no estén conectados a tierra. Los interruptores deben estar montados en tal forma que permanezcan bloqueados en la posición de abierto

(p) Mecanismos de seguridad en interruptores termomagnéticos

(1) Los interruptores termomagnéticos equipados con mecanismos de almacenamiento de energía deben estar diseñados para evitar la salida de la energía almacenada a menos que el mecanismo haya sido totalmente cargado

(2) Deben colocarse seguros mecánicos en el gabinete para impedir que se pueda retirar del gabinete el interruptor termomagnético cuando el mecánico de energía almacenada esta en la posición de totalmente cargado

Excepción Cuando se tenga un dispositivo adecuado que impida la salida completa del interruptor termomagnético, a menos que la función de cierre esté bloqueada

D. Instalaciones: accesibles solamente a personas calificadas

710-31 Envoltentes para instalaciones electricas. Véase la Sección 110-31.

710-32 Conductores de los circuitos

Los conductores de los circuitos se pueden instalar en canalizaciones, en charolas para cables, como cable con cubierta metálica alambre desnudo, cable y barras, o como cables Tipo

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

MV, o conductores como los indicados en las Secciones 710-4 a 710-6. Los conductores desnudos vivos deben estar de acuerdo con las Secciones 710-33 y 710-34

Cuando se usen aisladores como soportes para alambres, cables monoconductores o barras, así como sus accesorios de montaje y de amarre para los conductores, deben ser capaces de soportar, sin dañarse, la máxima fuerza magnética que pueda surgir en el caso de que dos o más conductores de un circuito estén sometidos a una corriente de corto circuito.

Las instalaciones expuestas de alambres y cables aislados, que tengan una cubierta de plomo desnuda o una malla trenzada exterior, deben soportarse de tal manera que se eviten daños físicos a la cubierta o a la malla. Los soportes para cables con cubierta de plomo deben diseñarse para evitar la corrosión electrolítica de la cubierta

710-33. Espacio mínimo de separación.

En instalaciones hechas en campo, la separación mínima en aire entre conductores desnudos vivos y entre tales conductores y las superficies adyacentes puestas a tierra no debe ser menor que los valores dados en la Tabla 710-33. Estos valores no deben aplicarse a partes interiores o a terminales exteriores de equipos eléctricos diseñados, fabricados y probados de acuerdo con las normas nacionales vigentes

710-34. Espacio de trabajo y sus guardas. Véase la Sección 110-34.

E. Equipo móvil y portátil

710-41. Disposiciones generales

(a) **Dentro de envolventes.** Las disposiciones de esta parte se aplica a la instalación y uso de equipos de distribución y de utilización de alta tensión, que sean portátiles y/o móviles, tales como subestaciones e interruptores en gabinete, montados en malacates, remolques o vehículos, palas móviles, dragas, grúas elevadores, perforadoras, excavadoras, compresores, bombas, transportadores y similares

Tabla 710-33 Claro mínimo a partes vivas

Tension nominal kV	Nivel Basico de aislamiento al impulso kV		Claro mínimo a partes vivas en centímetros			
	Interior	Exterior	Entre fases		Fase a Tierra	
			Interior	Exterior	Interior	Exterior
2 4-4 16	60	95	12	18	8	15
6 6	75	95	14	18	10	15
13 8	95	110	19	31	13	18
23	125	130	27	38	19	26
34 5	150	130	32	38	24	26
200	200	145	46	33	33	

69		250		54		43
		350		79		64
85		450		107		88
115		550		135		107
138		650		135		107
		650		160		127

161		650		160		127

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

	750	183	148
230	750	183	148
	900	226	180
	1050	267	211

Nota: Los valores de esta Tabla deben considerarse como valores mínimos aplicables a condiciones de operación normales. Para condiciones desfavorables de servicio estos valores deben aumentarse.

(b) **Otros requerimientos.** Los requerimientos de esta parte son adicionales o enmiendan los requisitos de los Artículos 100 a 725 de esta Norma. Debe prestarse especial atención al Artículo 250.

(c) **Protección.** Para proteger los equipos portátiles y móviles contra daños físicos, deben proveerse envoltentes y/o guardas adecuadas.

(d) **Medios de desconexión.** Se deben instalar medios de desconexión para equipo móvil y portátil de alta tensión de acuerdo con los requisitos de la parte H del Artículo 230 y debe desconectar todos los conductores no puestos a tierra.

710-42. Protección contra sobrecorriente.

Los motores de corriente alterna que impulsan generadores individuales o múltiples de corriente continua, que alimentan a un sistema que opera con carga cíclica, no necesitan protección contra sobrecorriente, siempre y cuando no se exceda el rango térmico del motor de corriente alterna que impulsa el grupo bajo cualquier condición de funcionamiento.

Los dispositivos de protección del circuito derivado deben proveer protección contra corto circuito y de rotor bloqueado, pueden ser externos al equipo.

710-43. Envoltentes.

Todas las partes energizadas de interruptores y controles deben estar encerradas en gabinetes o envoltentes metálicas puestos a tierra de manera efectiva. Estos gabinetes o envoltentes deben llevar un letrero que indique

"PELIGRO ALTA TENSION ALEJESE"

y deben estar provistos de cerraduras de modo que sólo personas calificadas y autorizadas puedan tener acceso. Los interruptores y los equipos de protección deben tener su medio de accionamiento externo que se salga a través del gabinete metálico o cubierta, de manera que las unidades puedan ser operadas sin tener que abrir las puertas de los gabinetes. Debe tenerse un acceso razonablemente seguro para la operación normal de estas unidades.

710-44. Anillos colectores.

Los anillos colectores en máquinas rotativas (palas, dragas, excavadoras, etc.) deben tener guardas para impedir contactos accidentales con las partes energizadas por parte del personal que opera las máquinas.

710-45. Conexiones con cables de energía a máquinas móviles.

Debe proveerse una envoltente metálica en la máquina móvil para las terminales de los cables de energía. La envoltente debe incluir medios para la conexión sólida de la terminal del conductor de puesta a tierra para aterrizar en forma efectiva la carcasa de la máquina.

Los conductores vivos deben sujetarse a aisladores o terminar en un conector aprobado para cables de alta tensión (el cual incluya conectores para los conductores de puesta a tierra), de la capacidad de corriente y tensión adecuados. El método de terminación del cable utilizado debe evitar que los esfuerzos mecánicos o de tracción en el cable se transmitan a las conexiones eléctricas. La envoltente debe estar provista de cerradura de manera que solamente personas calificadas y autorizadas puedan abrirlas y debe estar marcada.

"ATENCIÓN ALTA TENSION ALEJESE".

710-46. Cables portátiles de alta tensión para alimentación principal.

Los cables de alta tensión flexibles que alimenten equipos portátiles o móviles deben cumplir con los Artículos 250 y 400,

Parte C. ^{ne(12)})

710-47. Puesta a tierra

Los equipos móviles deben ponerse a tierra de acuerdo con el Artículo 250

F. Instalaciones en túnel

710-51. Disposiciones generales

(a) **Dentro de envolventes:** Las disposiciones de esta parte se aplica a la instalación y uso de equipos de distribución y la utilización de alta tensión, que sean portátiles y/o móviles, tales como subestaciones e interruptores en gabinete, montados en malacates, remolques o vehículos, palas móviles, dragas, grúas, elevadores, perforadoras, excavadoras, compresores, bombas, transportadores y similares

(b) **Otros requerimientos:** Los requerimientos de esta parte son adicionales o enmiendan los requisitos de los Artículos 100 a 710 de esta Norma. Debe prestarse especial atención al Artículo 250

(c) **Protección contra daño físico:** Los conductores y los cables en túneles deben colocarse por encima del piso del túnel y deben ser instalados y resguardados en tal forma que se les eviten daños físicos.

710-52. Protección contra sobrecorriente.

Los equipos accionados por motores deben ser protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con el Artículo 430 y los transformadores de acuerdo con el Artículo 450

710-53. Conductores.

Los conductores de alta tensión en túneles deben instalarse en: 1) tubería conduit metálica u otra canalización metálica; 2) cables Tipo MC; o 3) otros cables multiconductores aprobados. Los cables portátiles multiconductores pueden alimentar equipos móviles

710-54. Interconexiones y conductor de puesta a tierra de equipos

(a) **Puesta a tierra e interconexión:** Todas las partes metálicas de equipos eléctricos, las canalizaciones metálicas y las cubiertas de los cables que no conducen corriente eléctrica, deben estar puestas a tierra en forma efectiva y conectadas a todas las tuberías metálicas y rieles desde la entrada al túnel; y a todo lo largo del mismo a intervalos no mayores de 300m.

(b) **Conductor de puesta a tierra de equipos:** Junto con los conductores de circuito, que se instalan dentro de una canalización metálica o dentro de un cable multiconductor con cubierta exterior, debe instalarse un conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos puede ser aislado o desnudo

710-55. Transformadores, interruptores y equipos eléctricos.

Todos los transformadores, interruptores, controles de motores, rectificadores y otros equipos instalados en forma subterránea deben protegerse contra daños físicos ubicándolos o resguardándolos apropiadamente

710-56. Partes energizadas

Para evitar un contacto accidental con partes energizadas, las terminales desnudas de transformadores, interruptores, controles de motores o de otros equipos, deben tener una

envolvente adecuada

710-57. Controles de sistemas de ventilación.

Los controles eléctricos de sistemas de ventilación deben tener un arreglo tal que el sentido de la circulación de aire pueda invertirse

710-58. Medios de desconexión.

Debe instalarse un dispositivo de desconexión que cumpla con los requisitos del Artículo 430 o del Artículo 450 para desconectar un transformador o un motor, en el lugar donde estén montados éstos. Este dispositivo de interrupción debe abrir simultáneamente a todos los conductores no aterrizados del circuito

710-59. Gabinetes.

Las gabinetes para uso en túneles deben ser a prueba de goteo, a prueba de intemperie o sumergibles, según lo requieran las condiciones ambientales. Los gabinetes de interruptores o de contactores no deben ser usados como cajas de empalmes, ni como canalización para los conductores que alimenten o deriven a otros interruptores, a menos que esos gabinetes estén diseñados especialmente para proveer suficiente espacio para usarse como canalización

710-60. Puesta a tierra.

Los equipos para túneles deben ser puestos a tierra de acuerdo con el Artículo 250

G. Calderas de electrodos

710-70. Disposiciones generales.

Las recomendaciones de esta parte se deben aplicar a calderas que operen en tensiones mayores de 600 V nominales, en el cual el calor es generado por la circulación de corriente entre electrodos a través del líquido que está siendo calentado

710-71. Sistema de suministro de electricidad.

Las calderas de electrodos deben alimentarse solamente de sistemas de 3 fases 4 hilos, conexión estrella aterrizada solidamente o de transformadores de aislamiento dispuestos de tal forma que suministren este sistema. Las tensiones de los circuitos de control no deben exceder de 150 V, y deben alimentarse de sistemas aterrizados teniendo los controles conectados en el conductor vivo

710-72. Requisitos para circuitos derivados.

(a) **Capacidad.** Cada caldera debe alimentarse de un circuito derivado individual con capacidad no menor al 100 % de la carga total

(b) **Interruptor magnético de disparo automático.** El circuito debe estar protegido por un interruptor trifásico magnético de disparo automático el cual debe cerrar el circuito automáticamente después de haber desaparecido la condición de sobrecarga, pero que no pueda cerrarse después de una condición de falla

(c) **Protección de falla en una fase.** En cada fase del sistema debe proveerse una protección de falla de fase que consista en un relevador de sobrecorriente, conectado a un transformador de corriente separado de la fase

(d) **Detección de corriente a tierra.** Deben proveerse medios para la detección de corrientes por el neutro y a tierra, y disparar el dispositivo de interrupción de circuito si la suma de esas corrientes excede el valor de 5 A o 7 1/2 % veces el valor de la corriente de plena carga de la caldera por 10 s o excede un valor instantáneo el 25 % la corriente de plena carga de la caldera

(e) **Conductor neutro puesto a tierra.** El conductor neutro puesto a tierra debe.

- 1) Estar conectado al tanque de presión que contiene los electrodos.
- 2) Estar aislado para soportar una tensión no menor de 600 V.
- 3) Tener una capacidad de corriente no menor que la del conductor de fase más grande del circuito derivado.
- 4) Estar instalado en la misma canalización o charola para cables, junto con los conductores de fase.
- 5) No ser utilizado en ningún otro circuito.

710-73. Control para limitar la presión y temperatura.

Cada caldera debe estar equipada con un medio para limitar la temperatura y/o presión máximas por medio de la interrupción directa o indirecta de todo el flujo de corriente a través de los electrodos. Tales medios además de regular la temperatura y/o presión, deben tener medios de regulación y liberadores de presión o válvulas de seguridad

710-74. Puesta a tierra.

Todas las partes metálicas descubiertas no portadoras de corriente de la caldera, y las estructuras o equipos asociados a la misma, deben estar conectadas al tanque de presión o al conductor neutro al cual el tanque está conectado a tierra de acuerdo con la Sección 250-79, excepto que la capacidad de corriente del conductor de interconexión no sea menor de la del conductor neutro

ARTICULO 720 - CIRCUITOS Y EQUIPOS QUE OPERAN A MENOS DE 50 V

720-1 Alcance. Este Artículo se aplica a las instalaciones que operan a menos de 50 V, ya sea en corriente directa o alterna

Excepción Lo dispuesto en los Artículos 551, 650, 669, 725 y 760

720-2 Lugares clasificados como peligrosos. Las instalaciones comprendidas en este Artículo y hechas en lugares clasificados como peligrosos, deben cumplir adicionalmente con las disposiciones aplicables de los Artículos 500 a 517

720-4 Conductores. En área de la sección transversal de los conductores no debe ser menor de 33.7 mm^2 (12 AWG) en cobre o su equivalente. Los conductores para los circuitos derivados que alimenten más de un aparato o contactos para aparatos, no deben ser menores de 5.26 mm^2 (10 AWG) en cobre o su equivalente

720-5 Portalámparas. Deben usarse portalámparas estándar de capacidad no menor de 660 W

720-6 Capacidad de los contactos. Los contactos deben tener una capacidad no menor de 15 A.

720-7 Contactos requeridos. Deben instalarse toma corrientes de capacidad no menor de 20 A en cocinas, cuartos de lavado y otros lugares donde es probable el uso de aparatos portátiles

720-8 Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe cumplir con las disposiciones del Artículo 240

720-9 Baterías. Las instalaciones de almacenamiento de baterías deben cumplir con el

Artículo 480

720-10 Puesta a tierra. La puesta a tierra de equipos debe cumplir con Secciones 250-5(a) y 250-45.

ARTICULO 725 - CIRCUITOS DE CLASE 1, CLASE 2, Y CLASE 3 PARA CONTROL REMOTO, SEÑALIZACION Y DE POTENCIA LIMITADA

A. Generalidades

725-1 Alcance. Este Artículo cubre los circuitos para control remoto, señalización y potencia limitada que no son parte integral de un dispositivo o aparato

Nota: Los circuitos descritos dentro de este Artículo se caracterizan por su uso y por las limitaciones de potencia eléctrica que los diferencian de los circuitos de alumbrado y fuerza y por consiguiente se dan requerimientos alternativos a los de los Capítulos 1 al 4 en lo que respecta a secciones mínimas de los conductores, factores de reducción de capacidad de corriente, protecciones contra sobrecorriente, requisitos de aislamiento y métodos de alambrado y materiales

725-2 Ubicaciones y otros Artículos. Los circuitos y los equipos deben cumplir con (a), (b), (c), (d) y (e) siguientes:

(a) Propagación del fuego y de productos de la combustión. Véase la Sección 300-21

(b) Ductos, plafones (plenums) y otros espacios para el manejo de aire. Cuando se instalan en ductos, plafones (plenums) u otros espacios para manejo de aire ambiental, véase la Sección 300-22

Excepción a (b). Lo que permite la Sección 725-53(a)

(c) Lugares clasificados como peligrosos. Cuando se instalan en lugares clasificados como peligrosos, véanse los Artículos 500 al 516 y el Artículo 517, Parte D.

(d) Charolas para cables. Cuando se instalan en charolas, véase el Artículo 318

(e) Circuitos para control de motores. Cuando se conecten en el lado de la carga de los dispositivos de protección de circuitos derivados de motores, como se especifica en la Sección 430-72(a), véase el Artículo 450, Parte F

725-3 Clasificaciones. Los circuitos de control remoto, señalización o de potencia limitada son la porción del sistema de alambrado entre el lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente o la fuente de potencia limitada, y todo el equipo conectado. Estos circuitos deben ser Clase 1, Clase 2 o Clase 3 como se define en (a) y (b) siguientes:

(a) Circuitos de Clase 1. Son circuitos que cumplen con la Parte B de este Artículo, y en los cuales las limitaciones de tensión y potencia están de acuerdo con la Sección 725-11

(b) Circuitos de Clase 2 y Clase 3. Son circuitos que cumplen con la Parte C de este Artículo y en los cuales las limitaciones de tensión y potencia están de acuerdo con la Sección 725-31

Nota: Debido a sus limitaciones de potencia, los circuitos de Clase 2 y 3 son considerados seguros desde el punto de vista de iniciación de incendio. Adicionalmente, los circuitos de Clase 2 proveen una aceptable protección contra choque eléctrico

725-4 Control de equipos de seguridad. Los circuitos de control remoto para el control de equipos de seguridad deben estar clasificados como de Clase 1, si la falla en la operación del

equipo ocasiona un peligro inmediato tanto de incendio como para la vida de personas. No se consideran equipos de control de seguridad a los termostatos para control en salones, los dispositivos que regulan la temperatura del agua y controles similares para la calefacción controlada eléctricamente para viviendas y de control de aire acondicionado

725-5 Cables de comunicación. Los circuitos de Clase 1 no deben estar en un mismo cable con circuitos de comunicación. Se permite que los conductores de circuitos de Clase 2 y Clase 3 estén en un mismo cable con circuitos de comunicación, en cuyo caso los circuitos de Clase 2 y Clase 3 deben clasificarse como circuitos de comunicación y deben cumplir los requerimientos del Artículo 800. Los cables deben estar aprobados como cables de comunicación o cables de uso múltiple.

Excepción Los cables construidos y aprobados individualmente como de Clase 2 y Clase 3 y que estén bajo una cubierta común con cables de comunicación, no requieren ser aprobados como cables de comunicación. La clasificación de resistencia al incendio de estos cables se determinará por el desempeño del cable completo.

725-6 Acceso al equipo eléctrico por detrás de los paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos no debe obstruirse por la acumulación de alambres y cables que impidan quitar los paneles, incluyendo paneles suspendidos del techo

B. Circuitos de Clase 1

725-11 Limitaciones de potencia para circuitos de Clase 1.

(a) **Circuitos de Clase 1 de potencia limitada** Estos circuitos deben ser alimentados de una fuente que tenga a su salida nominal de no más de 30 V y 1 000 VA. Las fuentes de potencia diferentes a transformadores, deben estar protegidas por dispositivos contra sobrecorriente con un rango no mayor de 167 % del rango de volt-amperes de la fuente dividido entre la tensión nominal (V).

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben ser intercambiables por otros de mayor rango. Se permite que el dispositivo de protección contra sobrecorriente sea parte integral de la fuente de potencia.

- (1) Transformadores. Los transformadores empleados para alimentar a circuitos de potencia limitada de Clase 1, deben cumplir con el Artículo 450.
- (2) Otras fuentes de energía. Para cumplir con la limitación de 1 000 VA indicada en la Sección 725-11(a) la máxima salida de fuentes de potencia, que no sean transformadores, deben limitarse a 2 500 VA, y el producto de la corriente máxima y la tensión máxima, no debe exceder de 10 000 VA. Estos rangos deben determinarse con los dispositivos de protección contra sobrecorriente puenteados.

Nota: Para las definiciones de $V_{max} = I_{man}(V)$ (13) y VA_{max} véase la Nota 1 de las Tablas 725-31(a) y (b).

(b) **Circuitos de control remoto y señalización de Clase 1** Los circuitos de control remoto y señalización de Clase 1 no deben exceder de 600 V. Sin embargo, la potencia de salida de la fuente no se requiere que sea limitada.

725-12 Protección contra sobrecorriente. Los conductores de sección de 2 082 mm² (14 AWG) y mayores deben ser protegidos contra sobrecorriente como se indica en la Sección 310-15. No deben aplicarse factores de reducción. La protección contra sobrecorriente no deben exceder de 7 A para conductores de sección 0 8235 mm² (18 AWG) y de 10 A para sección de 1 307 mm² (16 AWG).

Excepción No. 1 Cuando otros Artículos de esta Norma permiten o requieren otras protecciones contra sobrecorriente.

Nota: Como ejemplo de esto véase la Sección 430-72 para motores, la 610-53 para grúas y las Secciones 517-74(b) y 660-9 para equipo de rayos x.

Excepción No. 2. Conductores para el secundario de transformadores. Los conductores de circuitos de Clase 1 alimentados por un transformador monofásico que tenga un secundario con solo dos puntas (tensión monofásica), se permite que sean protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente colocado en el lado primario del transformador, siempre y cuando esta protección este de acuerdo con la Sección 450-3 y que no exceda del valor que se determine multiplicando la capacidad de corriente del conductor del secundario por la relación de transformación del transformador. La protección contra sobrecorriente en el primario, no debe considerarse para proteger a los conductores del secundario de un transformador que tenga mas de 2 puntas.

Excepción No. 3 Los conductores de circuitos de Clase 1 de sección 2.082 mm^2 (14 AWG) y mayores que esten conectados en el lado de la carga del dispositivo de protección de un circuito de alumbrado y fuerza controlado requiere solamente protección contra corto circuito y contra falla a tierra y debe permitirse que sea protegido por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado, cuando el rango del dispositivo de protección es de no mas del 300 % de la capacidad de corriente del conductor del circuito de Clase 1

725-13 Localización de la protección contra sobrecorriente. Los equipos de protección contra sobrecorriente deben estar localizados en un punto donde los conductores a proteger reciben su energia

Excepción No. 1 Cuando los equipos de protección contra sobrecorriente que protegen a un conductor de seccion mayor, protegen también a un conductor de sección menor

Excepción No. 2 Cuando la protección contra sobrecorriente se instala de acuerdo con la Sección 725-12, Excepción No. 2

725-14 Método de alámbrado. Las instalaciones de circuitos Clase 1 deben estar de acuerdo con los Artículos apropiados del Capitulo 3

Excepción No. 1 Como se indica en las Secciones 725-15 a 725-17

Excepción No. 2 Cuando otros Articulos de esta Norma permitan o requieran otros métodos

725-15 Conductores de circuitos diferentes en el mismo cable, envolvente o canalización. Se permite que circuitos de Clase 1 esten contenidos en el mismo cable, en la misma envolvente o canalización sin importar si los circuitos individuales son de corriente alterna o de corriente continua siempre y cuando todos los conductores estén aislados para la maxima tension de cualquier conductor contenido en el cable o en la envolvente o canalización. Se permite que los conductores de alimentacion de energia esten en el mismo cable, envolvente o canalización, junto con conductores de circuitos de Clase 1, solo cuando esten asociados funcionalmente en el equipo alimentado

Excepción No. 1 Cuando se instalan en centros de control ensamblados en fabrica o en el campo

Excepción No. 2 Conductores subterranos en un registro cuando se cumple una se las siguientes condiciones

- a. Los conductores de alimentación o los de circuitos de Clase 1 están contenidos en cables con cubierta metálica
- b. Cuando los conductores estan permanentemente separados de los conductores de alimentacion por medio de un material no conductor fijado firmemente, tal como una tubería flexible en adición al aislamiento del conductor
- c. Los conductores estan separados en forma permanente y efectiva de los conductores de alimentación de energia y estan sujetos en forma segura a las canalizaciones, aisladores u otros soportes adecuados

725-16 Conductores

(a) **Secciones y usos.** Se permite que se usen conductores de secciones 0.8235 mm^2 (18 AWG) y de 1.307 mm^2 (16 AWG), siempre y cuando alimenten cargas que no excedan de las capacidades de corriente dadas en la Sección 402-5 y que estén instalados en una canalización, una envolvente aprobada o un cable aprobado. Los conductores de secciones mayores de 1.307 mm^2 (16 AWG) no pueden alimentar cargas mayores que la capacidad de conducción de corriente dada en la Sección 310-15. Los cordones flexibles deben cumplir con el Artículo 400.

(b) **Aislamiento.** El aislamiento en los conductores debe ser adecuado para 600 V. Los conductores de sección mayor a 1.307 mm^2 (16 AWG) deben cumplir con el Artículo 310

Los conductores de secciones 0.8235 mm^2 (18 AWG) y 1.307 mm^2 (16 AWG) deben ser de los siguientes tipos: Tipo PTF, PTFE, RFH-2, RFHH-2, RFHH-3, SF-2, SFF-2, TF, TFF, TFFN, TFN. Se permiten conductores con otros tipos y espesores de aislamiento si están aprobados para usarse en circuitos de Clase 1.

725-17 Número de conductores en charolas para cables y canalizaciones, y factores de reducción.

(a) **Conductores para circuitos de Clase 1.** Cuando en una canalización solamente hay conductores de circuitos de Clase 1, el número de conductores debe determinarse según lo indicado en la Sección 300-17. Los factores de reducción dados en el Artículo 310, Nota 8(a) de las Notas a las tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V, se aplican solamente si tales conductores llevan carga continua que exceda en más del 10% de la capacidad de corriente de cada conductor en la canalización.

(b) **Conductores de alimentación de energía y conductores de circuitos de Clase 1.** Cuando se permite en una canalización tener conductores de alimentación de energía y conductores de circuitos de Clase 1, como se indica en la Sección 725-15, el número de conductores debe determinarse de acuerdo con la Sección 300-17. Los factores de reducción que se dan en el Artículo 310, Nota 8(a) de las Notas a las tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V deben aplicarse como sigue:

- (1) A todos los conductores cuando los conductores de circuitos de Clase 1 llevan carga continua que exceda en más del 10% de la capacidad de corriente de cada conductor en la canalización, y cuando el número total de conductores es más de tres.
- (2) Los factores se aplican solo a los conductores de alimentación de energía, cuando los conductores de circuitos de Clase 1 no llevan carga continua que exceda del 10% de la capacidad de corriente de cada conductor en la canalización y cuando el número de conductores de alimentación de energía es más de tres.

(c) **Conductores de circuitos de Clase 1 en charolas.** Cuando los conductores de circuitos de Clase 1 se instalan en charolas deben cumplir con lo previsto en las Secciones 318-9 a 318-11.

725-18 Protección mecánica. Cuando los conductores de circuitos de control remoto de equipo de control de seguridad (véase la Sección 725-4), puedan estar sujetos a daños mecánicos que originen una condición peligrosa, todos los conductores de esos circuitos deben instalarse en tubo conduit rígido metálico, tubo conduit metálico intermedio, tubo conduit rígido no metálico o formar parte de un cable Tipo MI o MC, de tal manera que queden adecuadamente protegidos contra los daños mecánicos.

725-19 Circuitos que se extienden fuera de un edificio. Los circuitos de Clase 1 que se extienden en forma aérea hacia afuera de un edificio, deben cumplir también con los requerimientos del Artículo 225.

725-20 Puesta a tierra. Los circuitos y los equipos de Clase 1 deben ponerse a tierra de acuerdo con el Artículo 250

C. Circuitos de Clase 2 y Clase 3

725-31 Limitaciones de potencia para circuitos de Clase 2 y Clase 3. Como se especifica en la Tabla 725-31(a) para circuitos de CA y la Tabla 725-31(b) para circuitos de CD, la potencia de los circuitos de Clase 2 y Clase 3 puede ser inherentemente limitada, no requiriendo en ese caso protección contra sobrecorriente, o puede ser limitada por una combinación de una fuente de energía y la protección contra sobrecorriente

725-32 Interconexión de fuentes de potencia. Las fuentes de potencia de Clase 2 y Clase 3 no deben conectarse en paralelo ni con otro tipo de interconexión, a menos que estén aprobadas para tales interconexiones

725-34 Marcado. Las fuentes de potencia unitarias de Clase 2 y Clase 3 deben tener una identificación indeleble, durable y fácilmente visible para indicar la clase de fuente y su rango eléctrico

725-35 Protección contra sobrecorriente. Cuando se requiere protección contra sobrecorriente, los dispositivos protectores no deben ser intercambiables con otros de mayor rango. Se permite que los dispositivos de sobrecorriente formen parte integral de la fuente de potencia.

725-36 Ubicación de los dispositivos contra sobrecorriente. Cuando se requieren los dispositivos contra sobrecorriente deben estar colocados en el punto donde el conductor a ser protegido recibe su alimentación

725-37 Métodos de alambrado en el lado de la fuente de alimentación. Los conductores y el equipo en el lado de la fuente de alimentación de la protección contra sobrecorriente, transformadores o dispositivos limitadores de corriente, deben instalarse de acuerdo con los requerimientos aplicables del Capítulo 3. Los transformadores y otros dispositivos alimentados por circuitos de alumbrado o de fuerza, deben ser protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente de rango no superior a 20 A

Excepción. Las terminales de entrada a un transformador u otra fuente de potencia que alimenten circuitos de Clase 2 y Clase 3 se permite que sean menores de 2 082 mm² (14 AWG), pero no menores de 0 8235 mm² (18 AWG) siempre y cuando su longitud no sea mayor de 30 cm y tengan aislamiento que cumpla con la Sección 725-16(b)

725-38 Métodos de alambrado y materiales en el lado de la carga. Los conductores en el lado de la carga de la protección contra sobrecorriente, transformadores, y dispositivos limitadores de corriente, deben tener aislamiento no menor de lo requerido por la Sección 725-50 y deben instalarse de acuerdo con la Sección 725-52

725-42 Conductores de circuitos que se extienden fuera de un edificio. Cuando los conductores de circuitos de Clase 2 y Clase 3 se extienden hacia afuera de un edificio y su trayectoria es tal que puedan estar expuestos a contactos accidentales con conductores de alumbrado o fuerza que operen a una tensión arriba de 300 V a tierra, o a descargas atmosféricas que afecten a circuitos entre edificios del mismo predio, se aplican también los siguientes requerimientos

- (1) Para conductores que no sean cables coaxiales se aplican las Secciones 800-10, 800-12, 800-13, 800-30, 800-31, 800-32, 800-33 y 800-40.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

(2) Para conductores coaxiales se aplican las Secciones 820-10, 820-33 y 820-40.

Tabla 725-31 (a) Limitaciones de la fuente de potencia para circuitos de Clase 2 y Clase 3 en C. A.

Tipo de circuito	Fuente de potencia inherentemente limitada (No requiere protección contra sobrecorriente)			Fuente de potencia no inher (Requiere protección contra		
	Clase 2		Clase 3	Clase 2		
Tensión del circuito	0 a 20	Más de 20 hasta 30	Más de 30 hasta 150	Más de 30 hasta	0 a 20	Má has
Vmax (volts)				100		
(Nota 1)						
	#	#			#	
Limitaciones de potencia				250		
(VA) max (volts-amperes)	-----	-----	-----	-----	(Nota 3)	
(Nota 1)						
Limitaciones de corriente						
I _{max} (amperes) (Nota 1)	8 0	8 0	0 005	150/Vmax	1000/Vmax	100
Máxima protección contra sobrecorriente (amperes)	-----	-----	-----	-----	5 0	
Datos máximos de placa de la fuente de potencia	VA 5.0xVmax 100 (Volts-Amps)	0 005xVmax	100	5 0xVmax	100	
Cables alimentadores	Corriente Amps)	5 0	100/Vmax	0 005	100/Vmax	5.0
Cables de circuito	Vease la Sección 725-37					
	Veanse las Secciones 725-49 a 725-53					

Los rangos de tensión son para C. A. senoidal en lugares interiores o donde no es probable que ocurra el contacto con agua. Para valores no senoidales o condiciones de contacto en agua, vease la Nota 2

Tabla 725-31 (b) Limitaciones de la fuente de potencia para circuitos de Clase 2 y Clase 3 en C. C.

Tipo de circuito	Fuente de potencia innerentemente limitada (Nota 4) (no requiere protección contra sobrecorriente)			Fuente de pote (Requiere prot			
	Clase 2		Clase 3	Clase 3			
Tensión del	0 a 20	Mas de 20	Mas de 30	Más de 60	Mas de 60	0 a 20	Má

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Vmax (volts)	##	hasta 30	hasta 60	hasta 150	hasta 100	has
	##	##	##			##
Limitaciones de potencia						250 (Nota 3)
(VA)max (volts-ampres)	-----	-----	-----	-----	-----	
Limitaciones de corriente						
I _{max} (amperes) (Nota 1)	8.0	8.0	159/V _{max}	0.005	150/V _{max}	1000/V _{max}
Máxima protección contra sobrecorriente (amperes)	-----	-----	-----	-----	-----	5.0
Datos VA	5.0xV _{max}	100	100	0.005xV _{max}	100	5.0xV _{max}
máximos de (volts- placa de la <u>Amps</u>)						
fuentes de						
potencia Corriente						
(amperes)	5.0	100/V _{max}	100/V _{max}	0.005	100/V _{max}	5.0
Cables alimentadores	Véase la Sección 725-37					
Cables de circuito	Véanse las Secciones 725-49 a 725-53					

Los rangos de tensión son para corriente continua no interrumpida, en lugares interiores o en donde no es probable que ocurra contacto con agua. Para corriente continua con pulsos de interrupción o condiciones de contacto con agua, véase la Nota 5.

Notas a las Tablas 725-31(a) y (b)

1 V_{max} Tensión máxima de salida para cualquier tipo de carga y aplicando la tensión de entrada nominal.

I_{max} Corriente máxima de salida bajo cualquier carga no capacitiva, incluyendo el corto circuito y con la protección contra sobrecorriente puenteada, si se usa. Cuando un transformador limita la corriente de salida, los límites de I_{max} se aplican después de un minuto de aplicación. Cuando la corriente de salida se limita por medio de una impedancia limitadora de corriente aprobada para ese uso o como parte del producto aprobado, en combinación con un transformador de potencia no limitada o una fuente de almacenamiento de energía (ejemplo una batería de acumuladores), los límites de I_{max} se aplican después de 5 segundos.

V_{Amax} Volt-Amperes máximos de salida después de un minuto de operación para cualquier tipo de carga y con la protección contra sobrecorriente puenteada, si se usa.

La impedancia limitadora de corriente no debe puentearse cuando se este determinando I_{max} y V_{Amax}.

2. Para corriente alterna no senoidal V_{max} no debe ser mayor de 42.4 V pico. Cuando puede haber contactos con agua (no incluyendo inmersión), deben usarse métodos de alambreado de Clase 3 o V_{max} no debe ser mayor de 15 V para corriente alterna senoidal y 21.2 V pico para corriente alterna no senoidal.

3 Si la fuente de potencia es un transformador V_{Amax} es 350 o menos cuando V_{max} es 15 o menos.

4 Debe considerarse a una batería de tipo seco como una fuente de potencia inherentemente limitada siempre y cuando la tensión sea de 30 V o menor y la capacidad es igual o menor que la que se consigue de baterías del No. 6 de celdas de zinc y carbón conectadas en serie.

5 Para corriente continua con pulsos de interrupción de 10 a 200 Mhz, la V_{max} no debe ser mayor de 24.8 V. Cuando puede ocurrir contacto con agua (no incluyendo inmersión total) deben

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

usarse los métodos de alambrado de Clase 3, o la V_{max} no debe ser mayor de 30 V para corriente continua no interrumpida, o 12.4 V para corriente continua con pulsos de interrupción de 10 a 200 MHz.

725-43 Puesta a tierra. Los circuitos y el equipo de Clase 2 y Clase 3 deben ponerse a tierra de acuerdo a lo indicado en el Artículo 250

725-49 Resistencia al fuego de los cables entre edificios. Los cables monoconductores y multiconductores de circuitos de Clase 3, incluyendo los cables PLTC instalados como alambrado dentro de edificios deben estar aprobados como resistentes a la propagación de incendio, de acuerdo a lo indicado en las Secciones 725-50 y 725-51.

725-50 Aprobación, marcado e instalación de los cables de Clase 2, Clase 3 y PLTC.

(a) **Cables de Clase 2 y Clase 3.** Los cables de Clase 2 y Clase 3 instalados como alambrado dentro de edificios deben ser aprobados como adecuados para ese uso, marcados como se indica en la tabla 725-50 e instalados de acuerdo a lo indicado en la Sección 725-38. La tensión de operación del cable no debe marcarse sobre el cable

Nota: El marcado de la tensión sobre los cables puede ser mal interpretado como sugiriendo que los cables pueden ser adecuados para aplicaciones de fuerza y alumbrado de Clase 1

Excepción No. 1 Se permite marcar la tensión sobre el cable cuando este tiene aprobaciones múltiples y el marcado de la tensión se requiere para una o más de esas aprobaciones

Tabla 725-50 Marcado de los cables

Marcado del cable	Tipo	Referencia
CL3P	Cable de Clase 3 Plafones (Plenum)	725-51(a) y 725-53(a)
CL20	Cable de Clase 2 Plafones (Plenum)	725-51(a) y 725-53(a)
CL3R	Cable de Clase 3 Tiro vertical (Riser)	725-51(a) y 725-53(b)
PLTC	Cable de potencia limitada en charolas	725-51(e) y 725-53(c) y (d)
CL3	Cable de Clase 3	725-51(c), 725-53(b),
	Excepción 2 y 725-53(e)	
CL2	Cable de Clase 2	725-51(c), 725-53(b),
	Excepción 2 y 725-53(e)	
CL3X	Cable de Clase 3, uso limitado	725-51(d), 725-53(b),
	Excepción 2 y 725-53(e)	
	Excepciones 1, 2 y 3	
CL2X	Cable de Clase 2, uso limitado	725-51(d), 725-53(b),
	Excepción 2 y 725-53(e)	
	Excepciones 1, 2 y 3	

Nota 1: Los Tipos de cable de Clase 2 y Clase 3 están enlistados en orden descendiente de capacidad de resistencia a la propagación de incendio. Los cables de Clase 3 están enlistados arriba de los cables de Clase 2 porque los cables de Clase 3 pueden sustituir a los cables de Clase 2

Nota 2: Para los usos permitidos véanse las Secciones de referencia.

Excepción No. 2 Se permiten las alternativas de cables indicadas en la Sección 725-53(g), y se consideran adecuadas para las aplicaciones de Clase 2 y Clase 3

(b) **PLTC.** Los cables de potencia limitada para instalaciones en charolas (PLTC) deben estar marcados según lo indicado en la Tabla 725-50 y aprobados como adecuados para usarse en charolas para cables

725-51 **Requerimientos adicionales de aprobación.** Los cables de Clase 2 y Clase 3 deben ser aprobados siguiendo lo indicado en los puntos (a) hasta (f) siguientes, y cuando se emplean cables monoconductores en circuitos de Clase 3, con el punto (g) siguiente:

(a) **Cables Tipos CL2P y CL3P.** Los cables Tipos CL2P y CL3P para uso en plafones (Plenums) deben ser aprobados para uso en ductos, plafones y espacios para el manejo de aire ambiental y deben ser aprobados como poseedores de características de resistencia a la propagación de incendio y baja emisión de humos

Nota: Para definir los cables de baja emisión de humos deben probarse con el método indicado en la Norma NMX-J-474 y no deben exceder de una densidad óptica pico de 0.5 y una densidad óptica máxima promedio de 0.15 de los humos producidos. La resistencia a la propagación de incendio debe determinarse con un método adecuado. La flama no debe propagarse más de 1.5 m.

(b) **Cables Tipos CL2R y CL3R.** Los cables Tipos CL2R y CL3R deben estar aprobados como adecuados para uso en instalaciones verticales (riser), en tiros o entre-piso y piso y también deben estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia a la propagación de incendio, de tal manera que eviten la propagación de éste de un piso a otro.

Nota: Para definir las características de resistencia a la propagación de incendio que eviten la propagación del fuego de un piso a otro, el cable debe cumplir los requerimientos del método que permita determinar la propagación de incendio en cables instalados verticalmente en tiros.

(c) **Cables Tipos CL2 y CL3.** Los cables Tipos CL2 y CL3 deben estar aprobados como adecuados para uso general, excepto en instalaciones verticales (riser), ductos, plafones (plenums), y en otros espacios usados para el manejo de aire ambiental, y también deben estar aprobados como resistentes a la propagación de incendio.

Nota: El método para definir la resistencia a la propagación de incendio es el indicado en la Norma NMX-J-498-SCFI-1994 "Determinación de la resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos colocados en charola vertical" y el fuego no debe propagarse más allá de la parte superior de la charola.

(d) **Cables Tipos CL2X y CL3X.** Los cables Tipos CL2X y CL3X para uso limitado, deben estar aprobados como adecuados para casas habitación unifamiliares y para uso en canalizaciones, y deben estar aprobados como retardantes de la flama.

Nota: El método aplicable es el indicado en la Norma NMX-J-1992 "Resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos"

Tipo PLTC. Los cables de potencia limitada Tipo PLTC para uso en charolas, consisten en un ensamble de dos o más conductores aislados bajo una cubierta no metálica. Los conductores aislados deben ser de secciones de 0.3247 mm² (22 AWG) al 3.307 mm²

(12 AWG). El material de los conductores debe ser de cobre (sólido o cableado). El aislamiento debe ser adecuado para una tensión de 300 V. El reunido de los conductores aislados puede ser de una de los siguientes tipos:

- (1) Dos o más conductores en paralelo
- (2) Uno o más conjuntos de conductores torcidos entre sí o paralelos.
- (3) Combinaciones de los anteriores.

Si es requerida, se permite aplicar una pantalla o blindaje metálico o de cinta metalizada con hilo de drenaje, sobre el núcleo del cable o sobre los grupos de conductores o en ambas partes. El cable debe estar certificado como resistente a la propagación del incendio. La cubierta exterior debe ser de material no metálico resistente a los rayos solares y a la humedad.

Excepción. Cuando sobre la cubierta no metálica se aplica una cubierta metálica lisa, o una cubierta metálica soldada y corrugada, o una armadura metálica engargolada, no se requiere una cubierta no metálica exterior. En este caso la información sobre las características del cable

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

debe marcarse en la cubierta no metálica que está bajo la cubierta metálica

Nota: El método para definir la resistencia a la propagación de incendio es el indicado en la Norma NMX-J-498-SCFI-1994 "Determinación de la resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos colocados en charola vertical", y el fuego no debe propagarse mas allá de la parte superior de la charola.

f) Tensión nominal máxima. Los cables de Clase 3 deben ser para una tensión de operación no menor de 300 V.

g) Cables monoconductores. Los cables monoconductores de Clase 3 no deben ser de sección menor de 0.8235 mm² (18 AWG) y su aislamiento debe estar de acuerdo con la Sección 725-16(b)

725-52 Instalación de los conductores y el equipo. Los conductores y los equipos en el lado de la carga de la protección contra sobrecorriente, transformadores de corriente, deben cumplir con los incisos (a) y (b) siguientes:

(a) Separación de conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, de Clase 1, y de señalización de potencia no limitada de protección contra incendio

(1) Conductores expuestos. Los conductores de circuitos de Clase 2 y Clase 3 deben separarse por lo menos 50 mm de cualquier conductor de circuitos de alumbrado, fuerza, de Clase 1, o de señalización de potencia no limitada de protección contra incendio

Excepción No. 1. Cuando alguno de los siguientes tipos de cables están en una canalización, bajo una cubierta metálica o no metálica o son del Tipo UF: (1) Los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, de Clase 1 y de señalización de potencia no limitada de protección contra incendio o (2) Los conductores de circuitos de Clase 2 y Clase 3.

Excepción No. 2 Cuando los conductores, en adición a su aislamiento, están separados en forma permanente de los conductores de otros circuitos por medio de un elemento no conductor, continuo y fijado firmemente, tal como tubos de porcelana o tubos flexibles

(2) Canalizaciones, envolventes, charolas para cables, y en cables. Los conductores de circuitos de Clase 2 y Clase 3, no deben colocarse en canalizaciones, cajas de salida, envolventes, compartimientos, charolas para cables, en cables, o algún accesorio similar junto con conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, de Clase 1, y de señalización de potencia no limitada de protección contra incendio

Excepción No. 1 Cuando conductores de diferentes circuitos están separados por una barrera. En envolventes, se permite que circuitos de Clase 2 y Clase 3 se instalen en una canalización dentro de la envolvente, para separarlos de circuitos de alumbrado, fuerza o de Clase 1

Excepción No. 2 Conductores en compartimientos, envolventes, cajas de salida, o accesorios similares cuando los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, de Clase 1 y de señalización de potencia no limitada de protección contra incendio, entran solamente para conectar a equipo conectado a circuitos de Clase 2 o Clase 3 y a los cuales están conectados los otros conductores en la envolvente. Los conductores de alumbrado, fuerza, de Clase 1, y de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio deben enrutarse dentro de la envolvente de tal forma que se mantenga una separación mínima de 6 mm de los conductores de los circuitos de Clase 2 y de Clase 3

Excepción No. 3 Los conductores subterráneos dentro de un registro, cuando se cumple alguna de las siguientes condiciones:

a. Los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, de Clase 1 y de señalización de potencia no limitada de protección contra incendio están dentro de un cable con cubierta metálica o del Tipo UF

- b. Los conductores en adición a su aislamiento o cubierta, están permanente y efectivamente separados de los conductores de otros circuitos por un elemento no conductor, continuo y firmemente fijado, tal como tubo conduit flexible.
- c. Cuando los conductores están permanente y efectivamente separados de los conductores de otros circuitos y están sujetos en forma segura a travesaños, aisladores u otros soportes adecuados

Excepción No. 4 Lo permitido en la Sección 780-6(a) e instalado de acuerdo con el Artículo 780.

- (3) Cubos de elevador. Los conductores de circuitos de Clase 2 y Clase 3 en los cubos de elevador, deben instalarse en tubo conduit metálico pesado, semipeñado o ligero, o tubo conduit no metálico rígido

Excepción Lo indicado en la Sección 620-21, excepciones 1 y 2 para elevadores y equipo similar

- (4) Tiros. Dentro del mismo tiro, los conductores de circuitos de Clase 2 y clase 3 deben estar separados no menos de 50 mm de los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, de Clase 1 y de señalización de potencia no limitada de protección contra incendio

(b) Conductores de diferentes circuitos en el mismo cable, envolvente o canalización.

- (1) Dos o mas circuitos de Clase 2. Se permiten que haya dentro del mismo cable, envolvente o canalización dos o mas conductores de circuitos de Clase 2, siempre y cuando todos los conductores en el cable, envolvente o canalización, estén aislados para la maxima tension de operación de cualquiera de los conductores.
- (2) Dos o mas circuitos de Clase 3. Se permite que los conductores de dos o mas circuitos de Clase 3 queden dentro del mismo cable, envolvente o canalización.
- (3) Circuitos de Clase 2 con circuitos de Clase 3. Se permite que los conductores de uno o mas circuitos de Clase 2 queden dentro del mismo cable, envolvente o canalización con conductores de circuitos de Clase 3, siempre y cuando el aislamiento de los conductores de circuitos de Clase 2 sea por lo menos el requerido para los circuitos de Clase 3
- (4) Circuitos de Clase 2 o Clase 3 con otros circuitos. Se permite que los cables con cubierta de circuitos de Clase 2 o Clase 3 esten dentro de la misma envolvente o canalización con cables con cubierta de cualquiera de los siguientes:
 - a. Cables de sistemas de señalización de potencia limitada de protección contra incendio. Véase el Artículo 760
 - b. Cables de fibra optica dielectricos y conductivos. Véase el Artículo 770
 - c. Cables para circuitos de comunicacion. Véase Artículo 800
 - d. Cables para sistemas de antena comunal de televisión y de distribución de señal de radio. Véase Artículo 820

(c) Soporte de los conductores. Las canalizaciones no deben usarse como un medio de soporte para conductores de circuitos de Clase 2 y Clase 3

Excepción Excepto lo permitido por la Sección 300-11(b), **Excepción No. 2**

725-53 Aplicaciones de los cables de Clase 2, Clase 3 y PLTC. Los cables de Clase 2, Clase 3 y PLTC deben cumplir con los incisos (a) hasta (g) siguientes

(a) Plafones (plenums). Los cables instalados en ductos, plafones (plenums) y otros espacios usados para el manejo de aire ambiental deben ser del Tipo CL2P o CL3P

Excepción Cables certificados instalados como se indica en la Sección 300-22

(b) En tiro vertical (Riser). Los cables en trayectorias verticales que penetran mas de un

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

piso, o los cables instalados en trayectorias verticales en un tiro, deben ser del Tipo CL2R o CL3R. Las penetraciones de pisos que requieren cables Tipo CL2R y CL3R, deben contener sólo cables que sean adecuados para uso en tiros verticales (risers) o plafones (plenums).

Excepción No. 1 Los otros cables indicados en la Tabla 725-53 o otros métodos aprobados de alambrado en el Capítulo 3 cuando se instalan en canalizaciones metálicas o están situados en un tiro vertical a prueba de fuego que tenga barreras contra el fuego entre cada piso.

Excepción No. 2 Los cables de Tipos CL2, CL3, CL2X, y CL3X en viviendas de una o dos familias.

Nota: Véase la Sección 300-21 para los requerimientos de las barreras contra el fuego para las penetraciones entre pisos

(c) **Charolas para cables.** los cables instalados en charolas deben ser del Tipo PLTC.

Excepción. Los conductores en cables Tipo PLTC que se emplean en circuitos de termopares de Clase 2, se permite que sean de cualquiera de los materiales empleados para aislamiento de cables de extensión de termopares

(d) **Lugares clasificados como peligrosos** los cables instalados en lugares clasificados como peligrosos deben ser del Tipo PLTC. Cuando se permite el uso de cables PLTC en la Sección 501-4(b), el cable debe ser instalado en charolas, en canalizaciones, soportado por un cable mensajero, o directamente enterrado cuando el cable está aprobado para ese uso

Excepción No. 1 Para circuitos de Clase 2 según lo permitido por la Sección 501-4(b), Excepción

Excepción No. 2 Los conductores en cables Tipo PLTC que se emplean en circuitos de termopares de Clase 2, se permite que sean de cualquiera de los materiales empleados para aislamiento de cables de extensión de termopares

(e) **Otros alambrados dentro de edificios** Los cables instalados en edificios en lugares diferentes a los cubiertos en los incisos (a) a (d) anteriores, deben ser del Tipo CL2 o CL3

Excepción No. 1 Los cables Tipo CL2X o CL3X, cuando están instalados en una canalización o con alguno de los otros métodos de alambrado cubiertos en el Capítulo 3

Excepción No. 2 En espacios no encerrados cuando la longitud expuesta del cable no es mayor de tres metros.

Excepción No. 3 Cables de Clase 2 Tipo CL2X de menos de 6.5 mm de diámetro y los cables de Clase 3 Tipo CL3X de menos de 6.5 mm de diámetro, cuando están instalados en viviendas de una o dos familias

(f) **Interconexiones** En interconexiones de sistemas deben emplearse cables de Tipos CL2 o CL3

(g) **Substituciones de cables** Se permiten las substituciones de cables de Clase 2 y Clase 3 enlistados en la Tabla 725-53 e ilustrados en la Figura 725-53

Tabla 725-53 Substituciones de cables

Tipo de cable	Substituciones permitidas
CL3P	MPP, CMP, FPLP
CL2P	MPP, CMP, FPLP, CL3P
CL3R	MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, FPLR
CL2R	MPP, CMP, FPLP, CL3P, CL2P, MPR, CMR, FPLR, CL3R
CL3	MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, FPLR, CL3R, MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC
CL2	MPP, CMP, FPLP, CL3P, CL2P, MPR, CMR, FPLR, CL3R, CL2R, MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC, CL3

CL3X	MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, FPLR, CL3R,MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC, CL3,CMX,
CL2X	MPP, CMP, FPLP, CL3P, CL2P,MPR, CMR, FPLR, CL3R, CL2R,MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC, CL3,CL2, CMX, CL3X

Nota: Para información sobre los cables FPLP, FPLR y FPL, véase la Sección 760-50. Para información sobre los cables MPP, MPR, MPG, MP, CMP, CMR, CMG y CM, véase la Sección 800-50

Dar doble click para ver Imagen

ARTICULO 760 - SISTEMAS DE SEÑALIZACION PARA PROTECCION CONTRA INCENDIOS

A. General

760-1 Alcance. Este artículo cubre la instalación de alambrado y equipos de sistemas de señalización para protección contra incendios que operan a 600 V nominales, o menos.

Nota 1: Los sistemas de señalización para protección contra incendios incluyen alarmas contra incendio, registros de vigilancia, aspersores de agua y sistemas supervisorios de aspersión. Para información complementaria de los requisitos de instalación y supervisión de los sistemas de señalización para protección contra incendios, referirse a normas o recomendaciones sobre lo siguiente

- Instalación, mantenimiento y uso de sistemas de señalización para estaciones centrales de servicio
- Instalación, mantenimiento y uso de sistemas de señalización para protección
- Detectores automáticos de incendio
- Instalación, mantenimiento y uso de equipo de alerta de incendio para casas habitación

Nota 2: Los circuitos Clase 1, 2 y 3 se definen en el Artículo 725

760-2 Locales y otros artículos. Los circuitos y los equipos deben cumplir con los incisos (a), (b), (c), (d) y (e) siguiente:

(a) **Propagación del incendio o productos de la combustión.** Véase la Sección 300-21.

(b) **Ductos, plafones (plenums) y otros espacios para manejo de aire.** Véase la Sección 300-22 cuando se instalan en ductos, plafones (plenums) y otros espacios usados para aire ambiental

Excepción a b): Lo permitido en las Secciones 760-17 (e)(1) y (2) y la Sección 760-53(a)

(c) **Locales clasificados como peligrosos.** Artículos del 500 al 516, y la Parte D del Artículo 517, cuando se instalan en locales clasificados como peligrosos

(d) **Locales con ambientes corrosivos, húmedos o mojados.** Secciones 100-11, 300-6 y 310-9 cuando se instalan en ambientes corrosivos, húmedos o mojados

(e) **Circuitos de control de edificios.** Véase el Artículo 725 cuando los circuitos de control de edificios (por ejemplo control de elevadores, ventiladores, etc.) están asociados con los sistemas de señalización para protección contra incendios

760-3 Clasificaciones. Los circuitos de señalización para protección contra incendios son la porción del sistema de alambrado entre el lado de la carga del dispositivo de sobrecorriente o la fuente de potencia limitada y todo el equipo de señalización conectado y deben clasificarse

como de potencia no limitada o de potencia limitada. Todos los circuitos de señalización para protección contra incendio, deben cumplir con la Parte A y, en adición, los circuitos de potencia no limitada deben cumplir con la Parte B, y los circuitos de potencia limitada deben cumplir con la Parte C. Los circuitos que no cumplan con todos los requerimientos de la Parte C, incluyendo el marcado requerido por la Sección 760-22, se clasifican como circuitos de potencia no limitada deben cumplir con todos los requerimientos de la Parte B.

760-4 Identificación. Los circuitos de señalización para protección contra incendios deben identificarse en los lugares de terminales y uniones de tal manera que se evite cualquier interferencia no intencional con los circuitos de señalización durante las pruebas o el servicio.

760-5 Circuitos que se extienden mas allá de un edificio. Los circuitos de señalización para protección contra incendios que se extienden en forma aérea allá de un edificio, deben cumplir ya sea con los requerimientos del Artículo 800 y clasificarse como circuitos de comunicación o cumplir con los requerimientos del Artículo 225.

760-6 Puesta a tierra. Los circuitos y los equipos de señalización para protección contra incendios deben ser puestos a tierra de acuerdo con el Artículo 250.

Excepción Los circuitos de señalización de potencia limitada de corriente directa que tengan una corriente máxima de 0.030 A.

760-7 Acceso al equipo eléctrico por detrás de los paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos no debe obstruirse por la acumulación de alambres y cables que impidan quitar el panel, incluyendo paneles suspendidos del techo.

B. Circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendios

760-11 Limitaciones de potencia. La fuente de poder para los circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendios deben de cumplir con los Capítulos 1 al 4 y la tensión de salida no debe ser mayor de 600 V nominales.

760-12. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de sección transversal de 2.082 mm² (14 AWG) y mayores deben protegerse contra sobrecorrientes de acuerdo con los valores especificados en la Sección 310-15, cuando sea aplicable. No debe aplicarse el factor de reducción de corriente. La protección contra sobrecorrientes no debe exceder de 7 A para conductores de 0.8235 mm² (18 AWG) y de 10 A para conductores de 1.307 mm² (16 AWG).

Excepción Cuando otros artículos de esta Norma, permiten o requieren otras protecciones contra sobrecorriente.

760-13. Localización de los dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben situarse en el punto donde el conductor por proteger recibe su energía.

Excepción No. 1 Cuando los dispositivos que protegen al conductor de mayor sección transversal también protegen a los conductores de menor sección.

Excepción No. 2 Conductores del secundario del transformador. Los conductores de circuitos de señalización de potencia no limitada para la protección contra incendio, alimentados por el secundario de un transformador monofásico que tenga solamente 2 hilos, (tensión simple) en el secundario, se permite que sean protegidos contra sobrecorriente por la protección del lado del primario del transformador siempre y cuando la protección este de acuerdo con la Sección 450-3 y no exceda del valor determinado por la multiplicación de la capacidad de

corriente del conductor en el secundario por la relación de transformación de tensión del secundario al primario del transformador. Los conductores del secundario del transformador de más de 2 hilos, no se consideran que sean protegidos por la protección contra sobrecorriente del primario

760-14 Método de alambrado. La instalación del alambrado debe estar de acuerdo con los artículos apropiados del Capítulo 3

Excepción No. 1. Como se indica en las Secciones 760-15 a 760-18.

Excepción No. 2. Cuando otros artículos de esta Norma requieran otros métodos

760-15 Conductores de diferentes circuitos en el mismo cable, envolvente o canalización. Se permite que los circuitos Clase 1 y los circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendios estén dentro del mismo cable, envolvente o canalización sin considerar que los circuitos individuales sean de corriente directa o alterna, siempre y cuando todos los conductores estén aislados para la tensión máxima de cualquiera de los conductores en la envolvente o canalización. Se permite que los conductores de circuitos de alimentación y de señalización para protección contra incendio, formen parte del mismo cable, envolvente o canalización solamente cuando estén conectados al mismo equipo.

760-16 Conductores de Cobre.

(a) **Tipos, Areas (calibres) y Usos.** Para circuitos de señalización para protección contra incendios solo se permiten conductores de cobre. Se permite el uso de conductores con área de la sección transversal de 0.8235 mm² (18 AWG) y 1.307 mm² (16 AWG), siempre y cuando abastezcan cargas que no excedan de las capacidades de corriente dadas en la Tabla 402-5 y que se instalen en una canalización o que formen parte de un cable aprobado. Los conductores con secciones mayores del 1.307 mm² (16 AWG) no deben abastecer cargas mayores que las capacidades de corriente dadas en la Sección 310-15, cuando sea aplicable

(b) **Aislamiento.** El aislamiento de los conductores debe ser adecuado para 600 V. Los conductores mayores de 1.307 mm² (16 AWG) deben cumplir con el Artículo 310. Los conductores de áreas de sección transversal de 0.8235 mm² (18 AWG) y 1.307 mm² (16 AWG) deben ser del tipo RFH-2, RFHH-2, RFHH-3, SF-2, TF, TFN. Se permiten conductores de otros tipos y espesores de aislamiento si están certificados para uso en circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendios

Nota: Para indicaciones sobre los usos de los Tipos de conductores vease la Tabla 402-3.

(c) **Material del Conductor.** Los conductores deben ser alambres de cobre o cordones con cableado en haz y estañado integral

Excepción No. 1 Para las secciones de 1.307 mm² (16 AWG) y 0.8235 mm² (18 AWG) se permite que sean conductores cableados de cobre con un máximo de 7 alambres

Excepción No. 2 Para las secciones de 2.082 mm² (14 AWG) y mayores, se permite que sean conductores cableados de cobre con un máximo de 19 alambres

760-17 Cables Multiconductores para circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio, que operan a 150 V o menos. Se permite que se usen cables multiconductores para circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio para tensiones de 150 V o menos si cumplen los requisitos de (a) hasta (e) siguientes

(a) **Resistencia al fuego de cables dentro de edificios.** Los cables multiconductores para circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio dentro de un edificio deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego de acuerdo con las secciones (b) y (c) a continuación

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

(b) **Aprobación y marcado.** Los cables multiconductores para circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio dentro de un edificio, deben estar aprobados como adecuados para ese uso y marcados de acuerdo con la Tabla 760-17(b).

Tabla 760-17(b). Marcado de Cables

Marcado del Cable	Tipo	Referencia
NPLFP	Cables en plafones (plenum) para circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio	Secciones 760-17(c)(4) y 760-17(e)(2)
NPLFR	Cables en tipo vertical (riser) para circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio	Secciones 760-17(c)(5) y 760-17(e)(3)
NPLF	Cables para circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio	Secciones 760-17(c)(6) y 760-17(e)(4)

Nota 1: Veanse las secciones de referencia para los requerimientos de aprobación y usos permitidos

Nota 2: Los tipos de cables están listados en orden descendente de resistencia al fuego

(c) **Requerimientos de aprobación.** Los cables para circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio deben tener las características indicadas en los incisos (1) a (3) siguientes y dependiendo del Tipo, uno de los incisos del (4) al (6)

(1) **Material del Conductor.** Los conductores deben ser alambres de cobre o cordones con cableado en haz y estañado integral

Excepción No. 1: Para las secciones de 1.307 mm² (16 AWG) y 0.8235 mm² (18 AWG), se permite que sean conductores cableados de cobre con un máximo de 7 hilos

Excepción No. 2: Para las secciones de 2.082 mm² (14 AWG) y mayores, se permite que sean conductores cableados de cobre con un máximo de 19 hilos.

(2) **Secciones (calibres y número.** Los cables deben tener 2 o más conductores de sección 0.8235 mm² (18 AWG) o mayores

(3) **Tensiones de operación.** Cada conductor aislado del cable debe ser adecuado para una tensión nominal de por lo menos 300 V. La combinación de los conductores aislados y la cubierta del cable deben soportar una tensión de operación de no menor de 600 V

(4) **Tipo NPLFP.** Los cables Tipo NPLFP para circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio, deben estar aprobados como adecuados para usarse en otros espacios para aire ambiental como los descritos en la Sección 300-22(c) y deben tener características adecuadas de resistencia al fuego y de baja emisión de humos

Nota: Para definir los cables de baja emisión de humos deben probarse con el método indicado en la Norma, NMX-J-474 y no deben exceder de una densidad óptica pico de 0.5 y una densidad óptica máxima promedio de 0.15 de los humos producidos. La resistencia a la propagación de incendio debe determinarse con un método adecuado. La flama no debe propagarse más de 1.5 m

(5) **Tipo NPLFR.** Los cables Tipo NPLFR para circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio, deben estar aprobados como adecuados para

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

uso en instalaciones verticales (riser), en tiros o entre piso y piso y también deben estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego, de tal manera que eviten la propagación del fuego de un piso a otro.

Nota: Para definir las características de resistencia a la propagación de incendio que eviten la propagación del fuego de un piso a otro, el cable debe cumplir los requerimientos del método que permita determinar la propagación de incendio en cables instalados verticalmente en tiros

(6) Tipo NPLF Los cables Tipo NPLF para circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio, deben estar aprobados como adecuados para uso general en alarmas contra incendio, excepto en instalaciones verticales (riser), ductos, plafones (pléniums), u otros espacios usados para el manejo de aire ambiental, y deben estar aprobados como resistentes a la propagación de incendio.

Nota: El método para definir la resistencia a la propagación de incendio es el indicado en la Norma NMX-J-49E-SCFI-1994 "Determinación de la resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos colocados en charola vertical", y el fuego no debe propagarse más allá de la parte superior de la charola

(d) **Método de alambrado.** Los cables multiconductores de circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendios descritos en la Sección 760-17 (a) deben instalarse como sigue.

(1) En canalizaciones o expuestos sobre la superficie de techos y paredes laterales o "guiados" en espacios ocultos. Cuando se instalan expuestos, los cables deben estar soportados y terminados por accesorios adecuados, e instalados de tal forma que se logre la máxima protección contra daños físicos, colocándolos en zoclos, marcos de puertas, chambranas, bordes, etc. Los cables deben estar sujetos adecuadamente a intervalos no mayores de 45 cm

(2) Cuando los cables pasan a través de pisos o paredes hasta una altura de 2.15 m sobre el piso, deben instalarse en canalización metálica o en tubo conduit rígido no metálico, a menos que se les pueda dar una protección adecuada en alguno de los elementos de construcción mencionados en el inciso (1) anterior, u otra protección sólida adecuada.

(3) Cuando se instalan en cubos de elevador, los cables deben estar dentro de tubos conduit metálicos pesados, semipesados o ligeros, o tubos conduit rígidos no metálicos

Excepción Para elevadores y equipo similar debe seguirse lo establecido por la Sección 620-21 Excepciones 1 y 2

(e) **Aplicaciones de los cables para circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendios.** Para el uso de estos cables debe cumplirse con los incisos (1) a (4) siguientes

(1) Ductos y plafones (plenums). Los Cables multiconductores para circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio no deben instalarse en forma expuesta sin protección, en ductos de manejo de aire ambiental o en plafones (plenum). Véase la Sección 300-22(b)

(2) Otros espacios para el manejo de aire ambiental. Los cables deben ser del Tipo NPLFP, cuando se instalan en otros espacios usados para el manejo de aire ambiental.

Excepción No. 1 Pueden usarse también los cables Tipo NPLF y NPLFR si se instalan de acuerdo a la Sección 300-22(c)

Excepción No. 2 Pueden usarse otros métodos de alambrado de acuerdo con la Sección 300-22(c) y los conductores de acuerdo con la Sección 760-16(c)

(3) Tiro vertical (riser). Los cables instalados en trayectorias verticales que pasan a través

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

de más de un piso o los cables instalados en tiros verticales deben ser tipo NPLFR. Cuando se requieran cables Tipo NPLFR, pueden usarse como alternativa cables aprobados para plafones (plenums)

Excepción No. 1: Pueden emplearse cables Tipo NPLF u otros cables especificados en el Capítulo 3 que cumplan con la Sección 760-16(c) y estén instalados en canalizaciones metálicas.

Excepción No. 2: Pueden emplearse cables Tipo NPLF si están ubicados en un tiro vertical a prueba de fuego y tienen barreras contra el fuego en cada piso.

Nota: Véase la Sección 300-21 para los requerimientos de las barreras contra el fuego en la penetración de pisos

(4) Otros alambrados dentro de edificios. Los cables instalados en lugares del edificio diferentes a los indicados en los incisos (1), (2) y (3) anteriores deben ser del Tipo NPLF.

Excepción No. 1 Los métodos de alambrado del Capítulo 3 con conductores que cumplan con la Sección 760-16(c)

Excepción No. 2 Se permiten cables Tipo NPLFP y NPLFR

760-18 Número de Conductores en charolas y canalizaciones y factor de reducción.

(a) Circuitos para señalización de potencia no limitada para protección contra incendio y circuitos Clase 1. Cuando en una canalización hay solamente circuitos para señalización de potencia no limitada y circuitos Clase 1, el número de conductores puede determinarse como se indica en la Sección 300-17. Se aplican los factores de reducción dados en el Artículo 310, *Nota 8(a)* de las Notas a las tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V, si tales conductores llevan carga continua arriba del 10 % de la capacidad de corriente permitida para cada conductor

(b) Conductores de suministro de potencia y conductores para circuitos de señalización para protección contra incendios. Cuando de acuerdo con la Sección 760-15, se permite que en una canalización existan cables de potencia y circuitos de señalización para protección contra incendio, el número de conductores debe determinarse como se indica en la Sección 300-17. Los factores de reducción dados en el Artículo 310, *Nota 8(a)* de las tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V se aplican como sigue

(1) A todos los conductores cuando los conductores del circuito de señalización para protección contra incendio lleven cargas continuas arriba del 10 % de la capacidad de corriente permisible de cada conductor y cuando el número total de conductores sea mayor que tres

(2) Solamente a los conductores de suministro de potencia, cuando los conductores del circuito de señalización para protección contra incendio no llevan carga continua arriba del 10 % de su capacidad de corriente permisible y cuando el número de conductores de suministro de potencia es más de tres

(c) Charolas para cables. Cuando los conductores del circuito de señalización para protección contra incendio se instalan en charolas deben cumplir con las Secciones 318-9 a 318-11

C. Circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendios.

760-21 Limitaciones de potencia. Como se especifica en la Tabla

760-21(a) para circuitos de CA y en la Tabla 760-21(b) para circuitos de CD, la potencia para los circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendios, deben ser

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

inherentemente limitados y no requerir protección contra sobrecorriente o deben estar limitados por una combinación de la fuente de potencia y de la protección contra sobrecorriente.

760-22 Marcado de los circuitos. Los equipos deben estar marcados en forma permanente y donde sea claramente visible, para indicar cada circuito de señalización de potencia limitada de protección contra incendio

Tabla 760-21 (a) Limitaciones de la fuente de potencia para circuitos de señalización de corriente alterna para protección contra incendio

	Fuente de potencia inherentemente limitada (no requiere protección contra sobrecorriente)			Fuente de potencia no inherentemente limitada (requiere protección contra sobrecorriente)		
	0 a 20	Mas de 20 hasta 30	Mas de 30 hasta 100	0 a 20	Mas de 20 hasta 100	Mas de 100 hasta 150
Tensión del circuito Vmax (volts) (Nota 1)	0 a 20	Mas de 20 hasta 30	Mas de 30 hasta 100	0 a 20	Mas de 20 hasta 100	Mas de 100 hasta 150
Limitaciones de potencia (VA)max (volts-amperes)	-----	-----	-----	250 (Nota 2)	250	N.A.
Limitaciones de corriente I max (amperes) (Nota 1)	8.0	8.0	150/Vmax	1000/Vmax	1000/Vmax	1.0
Máxima protección contra sobre corriente (amperes)	-----	-----	-----	5.0	100/Vmax	1.0
Datos de placa de la fuente de potencia	VA (volt-ampere)	5.0 x Vmax	100	5.0 x Vmax	100	100
Cables alimentadores	Corriente (amperes)	5.0	100/Vmax	100/Vmax	5.0	100/Vmax
Cables de circuito	Véase la Sección 760-25					
	Véanse las Secciones 760-49 a 760-53					

Tabla 760-21 (b) Limitaciones de la fuente de potencia para circuitos de señalización de corriente directa para protección contra incendio

	Fuente de potencia inherentemente limitada (no requiere protección contra sobrecorriente)			Fuente de potencia no inherentemente limitada (requiere protección contra sobrecorriente)		
	0 a 20	Mas de 20 hasta 30	Mas de 30 hasta 100	0 a 20	Mas de 20 hasta 30	Mas de 30 hasta 100
Tensión del	0 a 20	Mas de 20 hasta 30	Mas de 30 hasta 100	0 a 20	Mas de 20 hasta 30	Mas de 30 hasta 100

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Vmax (volts) (Nota 1)		hasta 30	hasta 100	hasta 250		hasta 100	100 hasta 150
Limitaciones de potencia (VA)max (volts-amperes)			250	(Nota 2) 250		N. A	
Limitaciones de corriente I max (amperes)	8.0	8.0	150/Vmax	0.030	1000/Vmax	1000/Vmax	1.0
Máxima protección contra sobrecorriente					5.0	100/Vmax	1.0
Datos de placa de la fuente de potencia	VA (volt-amperes)	5.0 x Vmax	100	100	0.030xVmax	5.0 x Vmax	100
Cables alimentadores	Corriente (amperes)	5.0	100/Vmax	100/Vmax	0.030	5.0	100/Vmax
Cables de circuito			Véase la Sección 760-25				
			Véanse las Secciones 760-49 a 760-53				

Notas para las Tablas 760-21 (a) y (b)

Nota 1: V_{máx}: Tensión máxima de salida, con la tensión nominal de alimentación, independientemente de la carga

I_{max}: Corriente máxima de salida con cualquier carga no capacitiva, incluyendo la corriente de cortocircuito y puentando la protección contra sobrecorriente, si se usa

Cuando un transformador limita la corriente de salida, los límites de I_{max} se aplican después de un minuto de operación. Cuando una impedancia limitadora de corriente, aprobada para ese propósito se usa en combinación con un transformador de potencia no limitada o un dispositivo de almacenamiento de energía, por ejemplo un acumulador de batería, para limitar la corriente de salida, los límites de I_{max} se aplican después de 5 segundos

(VA)_{max}: Volt-amperes máximos de salida después de un minuto de operación, independientemente de la carga y con la protección contra sobrecorriente puentada. La impedancia limitadora de corriente no se debe puentear cuando se determina I_{max} y (VA)_{max}

Nota 2: Si la fuente de potencia es un transformador, (VA)_{max} es 350 cuando V_{máx} es 15 o menos

760-23 Protección contra sobrecorriente. Cuando se requiera protección contra sobrecorriente, los dispositivos de protección no deben ser intercambiables con dispositivos de mayor rango. Se permite que el dispositivo de protección contra sobrecorriente sea parte integral de la fuente de potencia

760-24 Localización del dispositivo de protección contra sobrecorriente. Cuando se requiera dispositivo de protección contra sobrecorriente, este debe colocarse en el punto donde el conductor a proteger reciba energía eléctrica

760-25 Métodos de alambrado del lado de la fuente. Los conductores y equipos en el lado de la fuente de la protección contra sobrecorriente, transformadores o dispositivos

limitadores de corriente deben instalarse de acuerdo con los requerimientos apropiados de la parte B del Capítulo 3. Los transformadores u otros elementos energizados por los conductores alimentadores de energía deben protegerse contra sobrecorriente por un dispositivo de sobrecorriente con capacidad no mayor de 20 A.

Excepción. Los cables de entrada a un transformador o a otra fuente de energía que alimenten a circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio, se permite que sean menores de 2.082 mm² (14 AWG), pero no menores de 0.8235 mm² (18 AWG), si no exceden de 300 mm de longitud y su aislamiento cumple con la Sección 760-16(b).

760-28 Métodos de alambrado y materiales en el lado de la carga. En los circuitos en el lado de la carga de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, transformadores u otros dispositivos limitadores de corriente, se permite el uso de métodos de alambrado y materiales que estén de acuerdo indistintamente con (a) o (b) listados abajo.

(a) Métodos de alambrado y materiales para circuitos de potencia no limitada

Deben aplicarse los Artículos apropiados del Capítulo 3, incluyendo la Sección 300-17, y en adición, los conductores deben ser de cobre sólido, estañado cableado en haz, o cableado con un máximo de 19 alambres.

Excepción No. 1 No se deben aplicar los factores de reducción del Artículo 310, Nota 8(a) de las notas de las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2000 V.

Excepción No. 2. Se permiten los conductores y cables multiconductores descritos e instalados de acuerdo con la Sección 760-16 y 760-17.

Excepción No. 3 Se permite que los circuitos de potencia limitada sean reclasificados e instalados como circuitos de potencia no limitada si se elimina el marcado requerido en la Sección 760-22 (Véase la Sección 760-3) y la totalidad del circuito se instala empleando los métodos de alambrado y los materiales indicados en Parte B, Circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendios.

(b) Métodos de alambrado y materiales para circuitos de potencia limitada. Los cables y conductores para circuitos de potencia limitada descritos en las Secciones 760-49 a la 760-51 deben instalarse como sigue:

- (1) En canalizaciones o expuestos sobre la superficie de techos y paredes laterales o "guiados" en espacios ocultos. Cuando se instalan expuestos, los cables deben estar soportados y terminados por accesorios adecuados, e instalados de tal forma que se logre la máxima protección contra daños físicos colocándolos en zoclos, marcos de puertas, chambranas, bordes, etc. Los cables deben estar sujetos adecuadamente a intervalos no mayores de 45 cm.
- (2) Cuando los cables pasan a través de pisos o paredes hasta una altura de 2.15 m sobre el piso, deben instalarse en canalización metálica o en tubo conduit rígido no metálico, a menos que se les pueda dar una protección adecuada en alguno de los elementos de construcción mencionados en el inciso (1) anterior, u otra protección sólida adecuada.
- (3) Cuando se instalan en cubos de elevador, los cables deben estar dentro de tubos conduit metálicos pesados, semipesados o ligeros, o tubos conduits rígidos no metálicos.

Excepción Para elevadores y equipo similar debe seguirse lo establecido por la Sección 620-21, Excepciones 1 y 2.

760-49 Resistencia a la propagación de incendio en los cables dentro de edificios. Los cables monoconductores o multiconductores para circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendios instalados en el alambrado dentro de edificios deben estar aprobados como resistentes a la propagación del incendio de acuerdo con las Secciones 760-50 y 760-51.

760-50 Listado, marcado e instalación de cables para circuitos de señalización de potencia limitada para la protección contra incendios. Los cables para circuitos de señalización de potencia limitada para la protección contra incendio instalados en el alambrado dentro de edificios deben estar listados como apropiados para ese uso, marcados de acuerdo con la Tabla 760-50 e instalados de acuerdo con la Sección 760-52. La tensión nominal del cable no debe marcarse en el cable.

Nota: La tensión de operación de los cables puede ser mal interpretada como sugiriendo que los cables son apropiados para aplicaciones de alumbrado y fuerza de Clase 1.

Excepción No. 1: Se permite el marcado sobre el cable de la tensión de operación cuando el cable está aprobado para diversos usos y el marcado de la tensión se requiere para una o varias de las aplicaciones.

Excepción No. 2: Se permiten las sustituciones de un Tipo de cable por otro adecuado para el mismo uso como se indica en la Sección 760-53(d).

- Tabla 760-50.- Marcado de los cables

Tipo	Marcado del Cable	Referencia
FPLP	Cables en plafones (plenum) para circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio	Secciones 760-51(d) y 760-53(a)
FPLR	Cables para tiro vertical (riser) para circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio	Secciones 760-51(e) y 760-53(b)
FPL	Cables para circuitos des señalización de potencia limitada para protección contra incendios	Secciones 760-51(f) y 760-53(c)

Nota No. 1: Veanse las Secciones de referencia para los requerimientos de listado y usos permitidos

Nota No. 2: Los Tipos de cables están listados en orden descendente de resistencia a la propagación de incendio

760-51 Requerimientos de aprobación. Los cables para circuitos de señalización de potencia limitada para la protección contra incendio deben estar aprobados de acuerdo con los incisos (a), (b) y (c) siguientes y, dependiendo del Tipo con los incisos del (d) al (g) siguientes.

(a) **Material del conductor:** Los conductores deben ser de cobre sólido o de cobre cableado en haz con estañado integral

Excepción No. 1 Se permiten conductores cableados de 1 307 mm² (16 AWG) y 0 8235 mm²(18 AWG) con un máximo de 7 alambres

Excepción No. 2 Se permiten conductores cableados de 2 082 mm² (14 AWG) y mayores, con un máximo de 19 alambres

(b) **Número de conductores y áreas de sección transversal (calibres).** El número de conductores y el área de la sección transversal de ellos debe cumplir con los requerimientos de la Tabla 760-51. Se permiten conductores de 0 128 mm² (26 AWG) solamente si están empalmados con conectores listados como adecuados para conductores de 0 128 mm² (26 AWG), 0 205 mm² (24 AWG), o conductores de mayor sección que terminan en equipos o si los conductores de 0 128 mm² (26 AWG) son terminados en los equipos con conexiones listadas como apropiadas para conductores de 0 128 mm² (26 AWG)

Tabla 760-51. Sección transversal mínima y número de conductores requeridos en los cables usados para circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendios.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Area de la sección transversal mm ² (AWG)	Número mínimo de conductores en el cable
0.128 (26)	10
0.205 (24)	6
0.324 (22)	4
0.653 (19)	2
1.307 (16)	1
o mayores	

(c) **Tensión nominal de operación.** El cable debe ser para una tensión de operación no menor de 300 V.

(d) **Tipo FPLP** Los cables Tipo FPLP de potencia limitada para alarmas contra fuego en plafones (plenum) deben estar aprobados como adecuados para ductos, plafones (plenums) u otros espacios usados para el manejo de aire ambiental y también deben estar aprobados como poseedores de adecuada resistencia a la incendio y de baja emisión de humos

Nota: Para definir los cables de baja emisión de humos deben probarse con el método indicado en la Norma NMX-J-474 y no deben exceder de una densidad óptica pico de 0.5 y una densidad óptica máxima promedio de 0.15 de los humos producidos. La resistencia a la propagación de incendio debe determinarse con un método adecuado. La flama no debe propagarse más de 1.5 m

(e) **Tipo FPLR** Los cables Tipo FPLR de potencia limitada para alarma contra incendio en instalaciones verticales (riser) deben estar aprobados como adecuados para usarse en tiros verticales, o de piso a piso y también deben estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego, de tal manera que eviten la propagación del fuego de un piso a otro

Nota: Para definir las características de resistencia a la propagación de incendio que eviten la propagación del fuego de un piso a otro, el cable debe cumplir los requerimientos del método que permita determinar la propagación de incendio en cables instalados verticalmente en tiros.

(f) **Tipo FPL** Los cables Tipo FPL de potencia limitada para alarma contra incendio, deben estar aprobados como adecuados para uso general en alarmas contra incendio excepto en instalaciones verticales (riser), ductos, plafones (plenum), u otros espacios usados para el manejo de aire ambiental, y deben estar aprobados como resistentes a la propagación de incendio

Nota: El método para definir la resistencia a la propagación de incendio es que la longitud dañada por el fuego en los cables no llegue a la parte superior de la charola de prueba, al aplicar la Norma NMX-498-SOFI-1994 "Determinación de la resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos colocados en charola vertical".

(g) **Cables coaxiales.** Los cables coaxiales deben tener como conductor central un conductor de cobre o de acero recubierto con cobre con una sección no menor de 0.324 mm² (22 AWG), y una tensión nominal no menor de 300 V y deben estar aprobados como cables Tipo FPLP, FPLR, o FPL

760-52 Instalación de conductores y equipos. Los conductores y cables del lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente, transformadores y dispositivos limitadores de corriente deben cumplir con (a) y (b) siguientes

(a) **Separación de los conductores de los circuitos de señalización de potencia limitada, de los conductores de los circuitos de alumbrado, potencia Clase 1 y de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio.**

- (1) Conductores expuestos. Los conductores de circuitos de potencia limitada deben estar separados por lo menos 50 cm de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, potencia, Clase 1, o de los circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendios.

Excepción No. 1: Cuando los conductores de circuitos de alumbrado, potencia, Clase 1, o de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio están en una canalización o forman parte de un cable con cubierta metálica y cubierta no metálica o Tipo UF.

Excepción No. 2 Cuando los conductores de circuitos de potencia limitada están separados permanentemente de los conductores de otros circuitos por medio de una separación continua y firme no conductora, tal como tubos de porcelana o tubos flexibles en adición al aislamiento del conductor

- (2) En cables, compartimentos, recintos, cajas de salida o canalizaciones. Los conductores de circuitos de potencia limitada no deben formar parte de ningún cable, compartimento, recinto, caja de salida o canalizaciones, en donde haya conductores de alumbrado, energía, Clase 1 o conductores de circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendios

Excepción No. 1: Cuando los conductores de los diferentes circuitos están separados por una barrera

Excepción No. 2 Cuando los conductores en compartimentos, recintos, cajas de salida o canalizaciones, pertenecientes a circuitos de alumbrado, energía, Clase 1 o de potencia no limitada se introducen solamente para conectar al equipo conectado al sistema de protección contra incendio de potencia limitada o a otros circuitos controlados por el sistema de señalización de protección contra incendios a los cuales son conectados los otros conductores de la envolvente

Los conductores de los circuitos de alumbrado, energía, Clase 1 y de circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio, deben tener una trayectoria tal dentro de la envolvente que mantenga una separación mínima de 6.5 mm respecto a los conductores de los circuitos de protección contra incendio de potencia limitada

- (3) En cubos verticales. Los conductores de circuitos de potencia limitada deben estar separados por lo menos 50 mm de los conductores de alumbrado, energía Clase 1 y de los conductores de circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio que existen instalados en el mismo cubo vertical

Excepción No. 1 Cuando los conductores de los circuitos de alumbrado, energía, Clase 1 y de señalización de potencia no limitada o los de señalización de potencia limitada, están instalados en forma separada en canalizaciones metálicas cerradas

Excepción No. 2 Cuando los conductores de los circuitos de alumbrado, energía, Clase 1 y de señalización de potencia no limitada, están instalados en una canalización separada o forman parte de un cable con cubierta metálica o cubierta no metálica o de cables Tipo UF

- (4) Cubos de elevador. Los conductores de los circuitos de potencia limitada que se instalen en cubos de elevador deben estar dentro de tubo conduit metálico rígido, tubo conduit metálico intermedio o tubería eléctrica metálica

Excepción No. 1 Lo que se indica para elevadores o equipos similares en la Sección 620-21 excepciones Nos 1 y 2

(b) Conductores de diferentes circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendios, Clase 2, Clase 3 y circuitos de comunicación en el mismo cable, envolvente o canalización

- (1) Se permite tener en el mismo cable, envolvente o canalización, cables y conductores de dos o más circuitos de señalización de potencia limitada, y de circuitos de

comunicación o de circuitos de Clase 3

- (2) Se permiten tener en el mismo cable, envolvente o canalización, conductores de uno o más circuitos de Clase 2, junto con conductores de señalización de potencia limitada para protección contra incendios, siempre y cuando el aislamiento de los conductores de los circuitos Clase 2 sea por lo menos igual al requerido para los conductores de los circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio

760-53 Aplicaciones de cables aprobados para circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio los cables de los circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio deben cumplir con los incisos (a), (b) y (c) siguiente, o cuando se haga una sustitución de Tipo de cable, con el inciso (d)

(a) **En plafón (plenum).** Los cables instalados en ductos, plafones (plenums) u otros espacios usados para el manejo de aire ambiental deben ser del Tipo FPLP

Excepción Los cables Tipo FPLP, FPLR y FPL cuando se instalan de acuerdo con la Sección 300-22.

(b) **En instalaciones verticales (riser).** Los cables instalados en instalaciones verticales que penetran más de un piso o los cables instalados en tiros verticales deben ser del Tipo FPLR. Las penetraciones en los pisos, que requieren cables Tipo FPLR deben contener solo cables adecuados para uso en instalaciones verticales (riser), o en plafones (plenums).

Excepción No. 1 Cuando los cables están encerrados en una canalización metálica o están situados en un tiro a prueba de fuego y que tiene barreras contra el fuego en cada piso

Excepción No. 2 En casas unifamiliares o duplex pueden usarse cables Tipo FPL.

Nota: Véase la Sección 300-21 para los requisitos de las barreras contra el fuego en las penetraciones de pisos

(c) **Otros alambrados dentro de edificios** Los cables instalados dentro de edificios en lugares diferentes a los indicados en (a) y (b) anteriores, deben ser Tipo FPL

Excepción No. 1 Cuando los cables están instalados en canalización cerrada

Excepción No. 2 Los cables especificados en el Capítulo 3 que cumplan con los requerimientos de las Secciones 760-51(a) y (b) y son instalados en espacios no ocultos, cuando la longitud expuesta de cable no excede de 3 m

(d) **Substitución de cables** Se permiten las substituciones de los cables de circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio, por los enlistados en la Tabla 760-53 e ilustrados en la Figura 760-53. Se permite substituir los cables de circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio, por cables de comunicaciones o de Clase 3, solo si se cumplen los requerimientos de las Secciones 760-51(a), (b) y (c) para cables multiconductores y la Sección 760-51(g) para cables coaxiales

Tabla 760-53 Substitución de Cables

Tipo de Cable	Substitución Permitida
FPLP	MPP, CMP, CL3P
FPLR	MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, CL3R
FPL	MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, CL3R, FPLR, MPG, MP, CMG, CM, PLTC, CL3

Nota. Para información de cable multiusos (MPP, MRP, MPG, MP) y cables de comunicación (CMP, CMR, CMG, CM) véase la Sección 800-50. Para información de los cable Clase 3 (CL3P, CL3R, CL3, PLTC) véase la Sección 725-50

Dar doble click para ver Imagen

ARTICULO 770 - CABLES DE FIBRA OPTICA Y CANALIZACIONES

A. Disposiciones generales

770-1 Alcance. Las recomendaciones de este Artículo se aplican a las instalaciones de cables de fibra óptica y canalizaciones. Este Artículo no cubre la construcción de los cables de fibra óptica ni de las canalizaciones.

770-2 Lugares de instalación y otros artículos. Los equipos y los circuitos deben cumplir con las condiciones (a) y (b) siguientes

(a) **Propagación del fuego o de productos de la combustión.** Véase la Sección 300-21

(b) **Ductos, plafones (plenum) y otros espacios para el manejo de aire.** Véase la Sección 300-22 cuando los cables están instalados en ductos, plafones u otros espacios empleados para aire ambiental

Excepción a (b): Lo que permite la Sección 770-53 (a)

770-3 Cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica transmiten luz a través de una fibra óptica para control, señalización y comunicaciones.

770-4 Tipos. Los cables de fibra óptica pueden agruparse en tres tipos.

(a) **Dieléctricos.** Estos cables no contienen elementos metálicos ni ningún otro material eléctrico conductor

(b) **Conductivos.** Estos cables contienen elementos conductores no portadores de corriente, tales como refuerzos metálicos o barreras metálicas contra vapores.

(c) **Compuestos.** Estos cables contienen fibras ópticas y conductores eléctricos portadores de corriente. Pueden tener adicionalmente elementos conductores no portadores de corriente, tales como refuerzos metálicos o barreras metálicas contra vapores. Los cables ópticos compuestos deben clasificarse como cables eléctricos de acuerdo al tipo de conductores eléctricos que contengan

770-5. Sistemas de canalizaciones para cables de fibra óptica. Es un sistema diseñado para contener y guiar solamente cables de fibra óptica de tipo dieléctrico. Cuando los cables de fibra óptica se instalan en una canalización, ésta debe ser de uno de los tipos permitidos en el Capítulo 3 e instalada de acuerdo con dicho Capítulo

Excepción: Canalizaciones de fibra óptica aprobadas

Nota: Si para la instalación de cables de fibra óptica dentro de edificios se emplean ductos de plástico de los comúnmente usados como canalizaciones subterráneas o de planta externa, hay que comprobar que tengan características adecuadas de seguridad contra el fuego

770-6 Cables instalados en charolas. Los cables de fibra óptica de los Tipos enlistados en la Tabla 770-50, pueden instalarse en charolas para cables

Nota: No se requiere que estos cables de fibra óptica estén aprobados específicamente para instalarse en charolas

770-7 Acceso a equipo eléctrico detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a equipos no debe ser obstaculizado por la acumulación de alambres y cables que impidan la remoción de los paneles, incluyendo los paneles suspendidos del techo

B Protección

770-33 Puesta a tierra de los cables de entrada. Cuando estén expuestos a contacto con conductores de alumbrado o fuerza, los elementos metálicos, no conductores de corriente, de los cables de fibra óptica, que entran a edificios, deben ser puestos a tierra lo más cerca posible del punto de entrada, o debe interrumpirse su continuidad lo más cerca posible del punto de entrada, por medio de una unión aislada o accesorio equivalente.

Para los propósitos de esta sección, se considera el punto de entrada como el punto donde el cable emerge a través de una pared exterior, una losa de concreto en el piso, o de un tubo conduit rígido metálico o tubo conduit metálico intermedio, puestos a tierra de acuerdo con el Artículo 250

C. Cables dentro de edificios

770-49 Resistencia al fuego de cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica instalados como alambrados dentro de edificios deben ser aprobados como resistentes a la propagación de incendio de acuerdo a las Secciones 770-50 y 770-51.

770-50 Certificación, marcado, e instalación de cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica dentro de un edificio deben ser certificados para ese uso, y deben marcarse como se indica en la Tabla 770-50.

Excepción No. 1 No se requiere que los cables de fibra óptica sean certificados y marcados cuando la longitud del cable dentro del edificio no exceda de 15 m, y el cable entre al edificio desde el exterior y termine en una envolvente

Nota: Las cajas de empalme y de terminales tanto metálicas como de plástico, son usadas típicamente como envolventes para las uniones y terminaciones de cables de fibras ópticas

Excepción No. 2 Los cables de fibra óptica del tipo conductivo no requieren ser certificados y marcados cuando el cable entra al edificio desde el exterior y está instalado en tubos conduit metálicos pesados o semipesados y tales conduits están puestos a tierra a través de un electrodo como lo requerido por la Sección 800-40(b)

Excepción No. 3 Los cables de fibra óptica tipo dieléctrico no se requiere que sean certificados y marcados cuando el cable entra al edificio desde el exterior y se lleve dentro de una canalización instalada de acuerdo al Capítulo 3

Tabla 770-50 Marcado del cable

Marcado del cable	Tipo	Referencia
OFNP	Cable optico dielectrico en plafones (plenum)	Secciones 770-51(a) y 770-53(a).
OFCP	Cable optico conductivo en plafones (plenum)	Secciones 770-51(a) y 770-53(a)
OFNR	Cable optico dielectrico en tiro vertical (riser)	Secciones 770-51(b) y 770-53(b)
OFCR	Cable optico conductivo en tiro vertical (riser)	Secciones 770-51(b) y 770-53(b).
OFNG	Cable optico dielectrico Uso general	Secciones 770-51(c) y 770-53(c).
OF CG	Cable optico conductivo Uso general	Secciones 770-51(c) y 770-53(c)
OFN	Cable optico dielectrico Uso general	Secciones 770-51(d) y 770-53(d).
OFC	Cable optico conductivo Uso general	Secciones 770-51(d) y 770-53(d)

Notas a la Tabla 770-50

Nota: 1: Los cables están enlistados en orden descendente de resistencia a la propagación de incendio. Dentro de cada rango de resistencia al fuego los cables dieléctricos se enlistan primero, ya que pueden sustituir a los cables ópticos conductivos.

Nota: 2: Las secciones de referencia indican los requerimientos y los usos permitidos.

770-51 Requerimientos de aprobación para cables de fibra óptica y canalizaciones.

Los cables de fibra óptica deben estar certificados como se indica en los puntos (a) a (d) siguientes, y las canalizaciones como se indica en los puntos (e) y (f) siguientes.

(a) Tipos OFNP y OFCP. Los cables en plafones (plenum) tipos OFNP y OFCP dieléctricos y conductivos, deben estar certificados como adecuados para uso en ductos, plafones (plenum) u otros espacios empleados para aire ambiental y también deben estar certificados como poseedores de características adecuadas de resistencia a la propagación de incendio y de baja emisión de humos.

Nota: Para definir los cables de baja emisión de humos deben probarse con el método indicado en la Norma NMX-J-474 y no deben exceder de una densidad óptica pico de 0.5 y una densidad óptica máxima promedio de 0.15 de los humos producidos. La resistencia a la propagación de incendio debe determinarse con un método adecuado. La flama no debe propagarse más de 1.5 m.

(b) Tipos OFNR y OFCR. Los cables en tiro vertical (riser) tipos OFNR y OFCR dieléctricos y conductivos, deben estar certificados como adecuados para uso en instalaciones verticales (riser), en tiros o entre piso y piso y también deben estar certificados como poseedores de características adecuadas de resistencia a la propagación de incendio, de tal manera que eviten la propagación de este de un piso a otro.

Nota: Para definir las características de resistencia a la propagación de incendio que eviten la propagación del fuego de un piso a otro, el cable debe cumplir los requerimientos del método que permita determinar la propagación de incendio en cables de fibra óptica instalados verticalmente en tiros.

(c) Tipos OFNG y OFGC. Los cables para uso general tipos OFNG y OFGC dieléctricos y conductivos, deben estar certificados como adecuados para uso general, excepto en instalaciones verticales (riser) y plafones (plenum), y también deben estar certificados como resistentes a la propagación de incendio.

Nota: El método para definir la resistencia a la propagación de incendio es el indicado en la Norma NMX-J-498-SCFI-1994 "Determinación de la resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos colocados en charola vertical", y el fuego no debe propagarse más allá de la parte superior de la charola.

(d) Tipos OFN y OFC. Los cables para uso general Tipos OFN y OFC dieléctricos y conductivos, deben estar certificados como adecuados para uso general, excepto en instalaciones verticales (riser) y plafones (plenum), y de cualquier espacio usado para aire ambiental, y también deben estar certificados como resistentes a la propagación de incendio.

Nota: El método para definir la resistencia a la propagación de incendio es el indicado en la Norma NMX-J-498-SCFI-1994 "Determinación de la resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos colocados en charola vertical", y el fuego no debe propagarse más allá de la parte superior de la charola.

(e) Canalizaciones para cables de fibra óptica en plafones (plenum). Las canalizaciones para cables de fibra óptica en plafones (plenum) deben tener características adecuadas de resistencia al fuego y de baja emisión de humos.

(f) Canalizaciones para cables de fibra óptica para instalación vertical (riser). Las canalizaciones para cables de fibra óptica para instalaciones verticales (riser), deben tener características de resistencia al fuego adecuadas para evitar la propagación de incendio de un

piso a otro.

770-52 Instalación de cables de fibras ópticas y conductores eléctricos.

(a) **Circuitos con conductores de alumbrado, fuerza o de Clase 1.** Se permite tener fibras ópticas dentro del mismo cable compuesto junto con conductores para circuitos de alumbrado, fuerza o de Clase 1 que operen a 600 V o menos y solamente cuando las funciones de las fibras ópticas y de los conductores eléctricos estén asociadas. Se permite que los cables de fibra óptica dieléctricos ocupen la misma charola para cables o canalización junto con conductores para circuitos de alumbrado, fuerza o de Clase 1 que operen a 600 V o menos. No se permite que los cables de fibra óptica conductivos ocupen la misma charola para cables o canalización junto con conductores para circuitos de alumbrado, fuerza o de Clase 1. Se permite que los cables de fibra óptica compuestos que contengan solamente conductores portadores de corriente para circuitos de alumbrado, fuerza o de Clase 1 para 600 V o menos, estén en el mismo gabinete, charola para cables, caja de salida, panel, canalización u otras envolventes de terminales junto con otros conductores para circuitos de alumbrado, fuerza o de Clase 1.

No se permite que los cables de fibra óptica dieléctricos ocupen el mismo gabinete, charola para cables, caja de salida, panel, o alguna envolvente similar, en las que haya terminales eléctricas de circuitos de alumbrado, fuerza o de Clase 1.

Excepción No. 1 Se permite que los cables de fibra óptica dieléctricos ocupen el mismo gabinete, charola para cables, caja de salida, panel, o envolvente similar, cuando están asociados funcionalmente con esos circuitos.

Excepción No. 2 Se permite que los cables de fibra óptica dieléctricos ocupen el mismo gabinete, charola para cables, caja de salida, panel, o envolvente similar, cuando los cables están instalados en centros de control preensamblados en fábrica o en el campo.

Excepción No. 3 Se permite el uso de cables de fibra óptica dieléctricos junto con circuitos que excedan de 600 V, solamente en establecimientos industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solo personas calificadas darán servicio a la instalación.

Excepción No. 4 Se permite el uso de cables de fibra óptica híbridos contengan conductores portadores de corriente que operen a más de 600 V, solamente en establecimientos industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solo personas calificadas darán servicio a la instalación.

Las instalaciones en canalizaciones deben cumplir con la Sección 310-17.

(b) **Con otros conductores.** Se permite que las fibras ópticas dentro de un mismo cable y los cables de fibras ópticas conductivos y dieléctricos estén en la misma charola para cables, envolvente o canalización junto con conductores de cualquiera de los siguientes tipos:

- (1) Conductores para circuitos de Clase 2 y Clase 3 para control remoto, señalización y circuitos de potencia limitada que cumplan con lo indicado en el Artículo 725.
- (2) Conductores para sistemas de potencia limitada para señalización de protección contra incendio que cumplan con lo indicado en el Artículo 760.
- (3) Conductores para circuitos de comunicación que cumplan con el Artículo 800.
- (4) Conductores para sistemas de distribución de radio y de antena comunal de televisión, que cumplan con el Artículo 820.

(b)(14) **Puesta a tierra.** Los miembros conductivos que no lleven corriente en los cables de fibras ópticas deben ser puestos a tierra como se indica en el Artículo 250.

770-53 Aplicaciones de los cables de fibra óptica y canalizaciones certificadas. Los cables de fibra óptica conductivos y dieléctricos deben cumplir con los incisos (a) a (b) siguientes.

(a) Plafones (Plenum) Los cables instalados en ductos, plafones (plenum) y otros espacios usados para el manejo de aire ambiental deben ser de los Tipos OFNP o OFCP.

También las canalizaciones certificadas para plafones (plenum) con fibras ópticas se permite que se instalen en ductos y plafones (plenum) como los descritos en la Sección 300-22(b) y en otros espacios usados para el manejo de aire ambiental como los descritos en la Sección 300-22(c). El cable Tipo OFNP puede instalarse en esas canalizaciones.

Excepción. Pueden instalarse cables de los Tipos OFNR, OFCR, OFNG, OFN, y OFC cuando se instalen como se indica en la Sección 300-22.

(b) Tiros verticales (riser). Los cables instalados en tiros verticales (riser) y que penetren mas de un piso y los instalados en tiros verticales en un cubo deben ser de los Tipos OFNR o OFCR

Los pasos entre pisos que requieran cables Tipo OFNR o OFCR deben contener solo cables adecuados para uso en tiros verticales (riser) o plafones (plenum). También las canalizaciones certificadas para fibras ópticas en tiros verticales (riser) pueden instalarse en tiros verticales en cubos o entre un piso y otro

Excepción No. 1. Pueden instalarse cables Tipos OFNG, OFN, OFCG y OFC si están encerrados en una canalización metálica o situados en un tiro a prueba de fuego que tenga barreras contra el fuego en cada piso.

Excepción No. 2 Pueden instalarse cables Tipos OFNG, OFN, OFCG y OFC si se instalan en viviendas para una o dos familias

Nota: Véase la Sección 300-21 para los requerimientos de barreras contra el fuego para las penetraciones de pisos

(c) Otros alambros dentro de edificios Los cables instalados en lugares de un edificio, diferente de los lugares cubiertos en los puntos (a) y (b) anteriores, deben ser de los Tipos OFNG, OFN, OFCG o OFC

(d) Substituciones de cables. Se permiten las substituciones de los cables de fibra óptica indicadas en la Tabla 770-53 e ilustradas en la Figura 770-53

Tabla 770-53 Substitución de cables

Tipo de Cable	Substitución Permitida
OFNP	Ninguna
OFCP	OFNP
OFNR	OFNP
OFCR	OFNP, OFCP, OFNR
OFNG, OFN	OFNP, OFNR
OFCG, OFC	OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFN

Dar doble click para ver imagen

ARTICULO 780. DISTRIBUCION EN CIRCUITO Y PROGRAMADA

780-1. Alcance Este Artículo se aplica a sistemas de distribución de energía controlados conjuntamente por una señalización entre el equipo de control de energía y el equipo de

medición.

780-2. Generales.

(a) **Otros Artículos** Excepto por las modificaciones requeridas por este Artículo, todos los demás Artículos de estas Normas se aplican

(b) **Componentes** Todos los equipos y conductores deben estar certificados

780-3. Control. El equipo de control y dispositivos interruptores operados por el equipo de control deben estar certificados. El sistema debe operar de tal forma que

(a) **Identificación de características eléctricas** Los contactos no deben energizarse a menos que el equipo exhiba una identificación con sus características eléctricas

(b) **Condiciones para desenergización** Los contactos se pueden desenergizar cuando cualquiera de las siguientes condiciones ocurra

1. No se está recibiendo señal de operación por parte del equipo conectado al contacto.
2. Exista una condición de falla a tierra
3. Exista una condición de sobrecorriente.

(c) **Condiciones adicionales para la desenergización cuando se usa una fuente de energía alterna** Además de los requerimientos en la Sección 780-3(b), los contactos se pueden desenergizar cuando cualquiera de las siguientes condiciones ocurre

1. El conductor aterrizado no está propiamente aterrizado
2. Cualquier conductor no aterrizado no está a tensión nominal

(d) **Falla del controlador.** En el caso de una falla del controlador, todos los contactos asociados deben desenergizarse

780-5. Limitación de potencia en los circuitos de señalización.

Para circuitos de señalización que no excedan los 24 V, la corriente requerida no debe exceder de 1 A cuando se halla protegido por un dispositivo contra sobrecorriente o una fuente de energía inherentemente limitada

780-6. Cables y conductores.

(a) **Cable híbrido** El cable híbrido listado consistente en conductores de energía, comunicaciones y señalización se permite bajo una cubierta común. Esta cubierta debe aplicarse de manera que separe a los conductores de energía de los conductores de comunicación y señalización. Una cubierta externa opcional puede ser aplicada. Los conductores individuales de un Cable Híbrido deben ajustarse a las previsiones aplicables en esta Norma a su corriente, tensión y aislamiento nominales. Los conductores de cobre para señalización no deben ser de área de sección transversal menor de 0.2051 mm² (No. 24 AWG).

(b) **Cables y conductores en el mismo gabinete, tablero o caja** Los conductores de energía, comunicaciones y señalización de un Cable Híbrido certificado pueden ocupar el mismo gabinete, tablero o caja (o envolvente similar para terminales de circuitos de alumbrado y fuerza) solo si los conectores específicamente certificados para cable híbrido son empleados

780-7. No intercambiabilidad.

Los contactos, extensiones y clavijas usados en sistemas de distribución en circuito deben construirse de tal forma que no sean intercambiables con otros contactos, extensiones y clavijas

CAPITULO 8. SISTEMAS DE COMUNICACION.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
BAJO LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM - 001 - SEMP - 1994
(PARTE 2)**

TEMA:

CAPITULO "VIII"

CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN

**EXPOSITOR : ING. JAVIER BROSA CURCÓ
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 1999**

ARTICULO 800 CIRCUITOS DE COMUNICACION

A. General

800-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplicarán a teléfonos, telégrafos (excepto radio), alarmas contra incendio y robo, sistemas similares de estación central; y a sistemas de teléfonos no conectados a alguna central pública, pero que utilizan equipos, métodos de instalación y de mantenimiento similares

Nota1: Para mayor información sobre sistemas de alarmas contra incendio, de rociadores y de supervisión y vigilancia ver el Artículo 760

Nota2: Para instalaciones de cables de fibra óptica ver el Artículo 770

800-2. Definiciones. Ver el Artículo 100. Para propósitos de esta Sección, se aplican las siguientes definiciones adicionales:

Alambre: Montaje de fábrica de uno o más conductores aislados sin una cubierta común

Cable: Montaje de fábrica de dos o más conductores aislados con una cubierta común.

Funda: Cubierta sobre el conductor que puede incluir una o más cubiertas metálicas, refuerzos o chaquetas

Punto de entrada: El punto de entrada a un edificio es el lugar donde los conductores o cables emergen a través de un muro exterior, de una losa de concreto o de un conduit metálico rígido puesto a tierra a un electrodo de acuerdo a la Sección 800-40(b)

800-3. Cables híbridos para fuerza y comunicaciones. Las disposiciones de la Sección 780-6 se aplican para los cables híbridos certificados de fuerza y comunicaciones en circuito cerrado y en distribución de energía programada

Nota: Ver Sección 800-5(i) para otras aplicaciones de los cables híbridos de fuerza y comunicaciones

800-4. Equipo. Los equipos destinados a ser conectados eléctricamente a redes de comunicación deben estar certificados para ese uso

Excepción Este requerimiento de certificación no se aplica al equipo de prueba destinado a conexión temporal a la red de telecomunicaciones por personal calificado durante el curso de la instalación, mantenimiento o reparación de equipos o sistemas de telecomunicación

800-5. Acceso a equipo eléctrico localizado atrás de tableros diseñados para permitir el acceso. El acceso a esos equipos no debe impedirlo una acumulación de alambres y cables que eviten la remoción de tableros incluyendo los plafones suspendidos del techo

800-6. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos y equipos de comunicación deben instalarse de manera limpia y profesional

B. Conductores en el exterior y entrando a edificios.

800-10. Cables y alambres aéreos de comunicación. Los conductores aéreos que entren en inmuebles deben cumplir con lo siguiente

(a) **Sobre postes y claros.** Cuando los conductores de comunicaciones, de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en tramos, deben cumplir con las siguientes condiciones

(1) **Ubicación relativa.** Cuando sea posible los conductores de comunicaciones estarán ubicados abajo de los conductores de alumbrado o fuerza

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- (2) Fijación a las crucetas. Los conductores de comunicaciones no se deben fijar a crucetas que lleven conductores de alumbrado o de fuerza.
- (3) Espacio de trepado. El espacio de trepado, a través de los conductores de comunicación, debe cumplir con los requisitos de la Sección 225-14(d).
- (4) Separación. Las acometidas aéreas de 0 a 750 V, tendidas por encima y en paralelo a las acometidas de comunicación, tendrán una separación mínima de 30 cm en cualquier punto del claro, incluyendo el punto de fijación al edificio, siempre que los conductores activos estén aislados y que se mantenga una separación de 100 cm entre las dos acometidas, en el poste.

(b) **Sobre azoteas.** Los conductores de comunicaciones deben tener una separación vertical mínima de 240 cm de cualquier punto de la azotea sobre la que pasen.

Excepción No. 1: Inmuebles auxiliares, tales como cocheras y similares.

Excepción No. 2: Se permite una reducción en el claro colgante sobre la azotea a no menos de 46 cm si

- (1) no más de 122 cm de cable aéreo de acometida de comunicación pasan sobre la azotea y (2) si terminan en una canalización o soporte a través o arriba del techo.

Excepción No. 3: Si el techo tiene una pendiente no menor a 10 cm en 30 cm, se permite una reducción en el claro a no menos de 90 cm.

800-11. Acometidas subterráneas a edificios. Los conductores subterráneos de circuitos de comunicación que entren en los inmuebles, deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

(a) **Con conductores de alumbrado o fuerza.** Los conductores subterráneos en canalizaciones, orificios de acceso o pozos de registro que contienen conductores de alumbrado o fuerza, se instalan en una sección separada de dichos conductores por medio de tabique, ladrillo, concreto o bloques.

(b) **Distribución subterránea en la manzana.** Cuando el circuito entero de la calle sea subterráneo y el circuito dentro de la manzana está colocado de manera tal que no haya riesgo de contacto accidental con circuitos de alumbrado o fuerza mayores de más de 300 V a tierra, los requisitos de aislamiento de las secciones 800-12(a) y 800-12(c) no se aplican, los conductores no necesitan colocarse sobre soportes aislantes ni se necesitan monitores en la acometida.

800-12 Circuitos que necesitan protectores primarios. Los circuitos que requieren protectores primarios como los descritos en la Sección 800-30, deben cumplir con los siguientes requisitos:

(a) **Aislamiento, alambres y cables.** Los alambres y cables de comunicaciones sin blindaje metálico tendidos desde el último soporte exterior hasta el protector primario, deben estar certificados como adecuados para este propósito y tener una capacidad de conducción de corriente como se especifica en las Secciones 800-30(a)(1)(b) u 800-30(a)(1)(c).

(b) **Sobre inmuebles.** Los conductores de comunicación, de acuerdo con la Sección 800-12(a) deben estar separados lo menos 10 cm de los conductores de fuerza y alumbrado no ubicados en canalizaciones o estar permanentemente separados de los conductores de otro sistema por una cubierta adicional al aislamiento de los conductores: continua, no conductora y firmemente sujeta tal como tubo de porcelana o tubería flexible. Los conductores de comunicaciones de acuerdo a la Sección 800-12(a) expuestos a contactos accidentales con conductores de alumbrado y fuerza operando a tensiones mayores de 300 V a tierra y fijados a los inmuebles, deben separarse de acabados de madera por soportes de vidrio, porcelana u otro material aislante.

Excepción: La separación de acabados de madera no es necesaria cuando se omiten los

fusibles, como está previsto en la Sección 800-31(a), o donde se usan los conductores para extender circuitos a un inmueble desde un cable que tenga pantalla metálica puesta a tierra.

(c) **Entrada a inmuebles** Cuando se instale un protector primario dentro del inmueble, los conductores de comunicación deben entrar al inmueble ya sea por medio de una boquilla aislante, no absorbente e incombustible, o por medio de una canalización metálica. Puede omitirse la boquilla aislante en los conductores que entran cuando los conductores (1) son cables con cubierta metálica, (2) pasan a través de mampostería; (3) satisfacen los requisitos de la Sección 800-31(a); o (4) cumplen con los requisitos de la Sección 800-12(a) y se utilizan para prolongar circuitos al inmueble desde un cable con funda metálica puesta a tierra. Las canalizaciones o boquillas deben tener una pendiente hacia arriba desde el exterior o, cuando esto no es posible, se deben hacer curvas de goteo en los conductores inmediatamente antes de su entrada al inmueble.

Las canalizaciones deben estar equipadas con una mufa de acometida aprobada. Por una canalización o boquilla pueden entrar más de un conductor. Los conduits u otras canalizaciones metálicas colocadas adelante del protector deben estar puestos a tierra.

800-13. Conductores de pararrayos. Cuando sea factible, se debe mantener una separación de por lo menos 130 cm entre los conductores visibles de sistemas de comunicación y los conductores de pararrayos.

C. Protección.

800-30. Dispositivos de protección.

(a) **Aplicación.** Se debe colocar un protector primario listado en cada circuito, parcial o completamente aéreo, no confinado dentro de una manzana o cuadra. También se debe colocar un protector primario listado en cada circuito, aéreo o subterráneo, instalado en la manzana que contenga el inmueble servido, si está expuesto a contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza con tensiones mayores de 300 V a tierra. Además, donde existe exposición a descargas atmosféricas, cada circuito interinmueble en un predio, debe protegerse con un protector primario certificado en cada extremo del circuito interinmueble. La instalación de protectores primarios debe también cumplir con la Sección 110-3(b).

Nota No. 1: La palabra "manzana", como se usa en este Artículo, significa una parte de una ciudad, pueblo, o población rodeada de calles, incluyendo los callejones que están en ella, pero ninguna calle o avenida. La palabra "predio" como se usa en este Artículo significa terreno e inmueble de un usuario.

Nota No. 2: La palabra "expuesto" como se usa en este Artículo, significa que el circuito está en posición tal que, en caso de falla de los soportes o del aislamiento, podría ocurrir un contacto con otro circuito.

Nota No. 3: En un circuito no expuesto a contacto accidental con conductores de fuerza, el instalar un protector primario certificado de acuerdo con este Artículo ayuda a protegerlo contra otros peligros como descargas atmosféricas y sobretensiones anormales inducidas por corrientes de falla en los circuitos de fuerza próximos a los circuitos de comunicación.

Nota No. 4: Los circuitos interinmuebles edificios están expuestos a descargas atmosféricas a menos que exista alguna de las siguientes condiciones:

1. Los circuitos en grandes áreas metropolitanas donde los edificios están juntos y son suficientemente altos para interceptar las descargas atmosféricas.
2. Cables de 40 m de longitud o menores instalados entre edificios o directamente enterrados o en conduit subterráneo donde un blindaje metálico continuo o un conduit metálico que contenga al cable este unido al sistema de electrodos de puesta a tierra de cada edificio.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

3. Áreas que tengan un promedio de cinco días de tormenta o menos por año y la resistividad del terreno menor a 100 ohm-metro. Tales áreas generalmente se encuentran en la Costa del Pacífico

(1) Protectores Primarios sin Fusibles Puede utilizarse un protector primario del tipo sin fusibles en cualquiera de las condiciones siguientes:

- a. Donde los conductores que entren a un inmueble por medio de un cable con funda metálica puesta a tierra y si los conductores en el cable se funden sin peligro, para todas las corrientes mayores a la capacidad de corriente del protector primario y del conductor de puesta a tierra del protector
- b. Donde se utilicen conductores aislados de acuerdo con la Sección 800-12(a) para extender circuitos a un inmueble desde un cable con funda metálica efectivamente puesta a tierra y si los conductores en el cable, o las conexiones entre los conductores aislados y la planta expuesta, se funden sin peligro para todas las corrientes mayores a la capacidad de conducción de corriente del protector primario, o los conductores aislados asociados y del conductor de puesta a tierra del protector primario.
- c. Donde se utilicen conductores aislados acordes a la Sección 800-12 (a) o (b) para extender circuitos a un inmueble desde otro que no sea un cable con fundas metálicas si (1) el protector primario está certificado para este propósito, y (2) las conexiones de los conductores aislados a la planta expuesta se funden sin presentar peligro para corrientes mayores a la capacidad de conducción de corriente del protector primario, o la de los conductores aislados asociados y la del conductor de puesta a tierra del protector
- d. Donde se utilicen conductores aislados, de acuerdo con la Sección 800-12(a) para extender circuitos en forma aérea a un inmueble desde un circuito no expuesto enterrado o subterráneo
- e. Donde se usen conductores aislados acordes a la Sección 800-12(a) para extender circuitos a un edificio desde un cable con funda(s) efectivamente puesta a tierra y si (1) la combinación del protector primario y los conductores aislados está listada para este propósito y (2) los conductores aislados se funden sin peligro para todas las corrientes mayores a la capacidad de conducción de corriente del protector primario y la del conductor de puesta a tierra del protector primario

Nota: "Efectivamente puesto a tierra" significa conectado intencional y permanentemente a tierra a través de una conexión de baja impedancia y con suficiente capacidad de conducción de corriente para impedir la formación de tensiones que puedan significar un peligro al equipo conectado o a las personas.

(2) Protectores Primarios a Fusibles Cuando no se cumplan los requisitos indicados anteriormente se deben usar protectores primarios a fusible. Un protector primario a fusible consiste de un protector contra sobretensión conectado entre cada conductor de línea y tierra, un fusible en serie con cada conductor de línea y un montaje adecuado. Las terminales del protector deben estar claramente marcadas para identificar las conexiones de línea, equipo y tierra

(b) **Ubicación.** El protector primario debe ubicarse dentro, encima o inmediatamente adyacente a la estructura o inmueble servido y tan cerca como sea posible del punto en el cual los conductores descubiertos entran o están fijados

Para los propósitos de este Artículo el punto en el cual los conductores expuestos entran se considera el punto de salida a través de un muro exterior, una losa de concreto, o desde un tubo

metálico rígido puesto a tierra en un electrodo, de acuerdo con la Sección 800-40(b).

Para propósitos de esta Artículo, cumplen con los requisitos, los protectores primarios localizados en el equipo de acometida de casas móviles a la vista y a no más de 9 m desde la pared exterior de la casa móvil que sirve, o a un medio de desconexión en la casa móvil puesto a tierra acorde a la Sección 250-24 y a la vista y no más de 9 m de la casa móvil que sirve.

Nota: Si se selecciona la ubicación del protector primario para lograr el conductor de puesta a tierra del protector primario de menor tamaño posible, se ayuda a eliminar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicación y otros sistemas metálicos.

(c) **Lugares (clasificados) peligrosos** El protector primario no debe ubicarse en ninguno de los lugares (clasificados) peligrosos de acuerdo con lo definido en el Artículo 500, ni en la proximidad de materiales fácilmente inflamables

Excepción Como se permite en las secciones 501-14, 502-14 y 503-12

800-31. Requisitos del protector primario. El protector primario debe consistir de una protección contra sobretensiones conectado entre cada conductor de línea y tierra en montaje apropiado. Las terminales del protector estarán claramente marcadas para identificar las conexiones de línea y tierra.

800-32. Requisitos del protector secundario. Cuando un protector secundario se instale en serie con el alambre y el cable interior de comunicación entre el protector primario y el equipo, éste debe estar certificado para este propósito. El protector secundario debe incluir medios para limitar la corriente a valores menores a la capacidad de conducción de corriente del cable y alambre de comunicación interior listados, de cordones de línea telefónica certificados, y terminales de comunicación certificadas, que tengan entradas para circuitos de comunicación con alambre exterior. Cualquier protección contra sobretensiones, pararrayos o conexión a tierra debe estar conectada en el lado de la protección limitadora de corriente del protector secundario.

Nota: Los protectores secundarios en circuitos expuestos, no están diseñados para usarse sin protectores primarios.

800-33. Puesta a tierra de cables. Las cubiertas metálicas de los cables de comunicación que entren a los edificios deben ser puestos a tierra tan cerca como sea posible del punto de entrada o deben interrumpirse tan cerca del punto de entrada como sea practicable, por una junta aislada o dispositivo equivalente.

Para propósitos de esta Artículo se considera como punto de entrada el lugar donde emerge, a través de un muro exterior, una losa de concreto, o de una tubería metálica conectada a un electrodo de tierra de acuerdo con la Sección 800-40 (b).

D. Métodos de puesta a tierra

800-40. Puesta a tierra del cable y del protector primario. La cubierta metálica, cuando deba ser puesta a tierra según la Sección 800-33 y los protectores primarios deben ponerse a tierra como se indica adelante.

(a) Conductor de puesta a tierra

- (1) **Aislamiento.** El conductor de puesta a tierra debe estar aislado y certificado para este uso.
- (2) **Material.** El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, sólido o cableado.
- (3) **Tamaño.** El conductor de puesta a tierra no debe tener una área de sección transversal menor a 1.082 mm² (No. 14 AWG).
- (4) **Recorrido.** El recorrido del conductor de puesta a tierra debe ser lo más recto y

directo posible hasta el electrodo de tierra

- (5) Daño físico. Cuando sea necesario, el conductor de puesta a tierra debe estar protegido contra daño físico. Cuando este conductor está dentro de una canalización metálica, ambos extremos de la canalización deben unirse al conductor de puesta a tierra, o a la misma terminal o electrodo al cual está conectado el conductor de puesta a tierra.

(b) **Electrodo.** El conductor de puesta a tierra debe conectarse como sigue

- (1) Al lugar más cercano y accesible en (1) el sistema de electrodos de tierras del edificio o estructura de acuerdo a la Sección 250-81, (2) al sistema interno de tuberías metálicas de agua acorde a la Sección 250-80(a), (3) los medios externos accesibles a las envolventes de la acometida de energía como se indica en la Sección 250-71(b), (4) la canalización metálica de la acometida de energía, (5) la envolvente del equipo de acometida de energía, (6) el conductor del electrodo de puesta a tierra o el conductor del electrodo de puesta a tierra de la envolvente metálica, o (7) el conductor o el electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura aterrizado según la Sección 250-24.

Para propósitos de esta Sección, el equipo de acometida o medio de desconexión de una casa móvil, como se describe en la Sección 800-30(b), se considera accesible.

- (2) Si el edificio o estructura servidos no tienen medios puestos a tierra como se describe en b(1), o a cualquiera de los otros electrodos individuales descritos en la Sección 250-81 o

- (3) Si el edificio o estructura servidos no tiene medio de puesta a tierra como se describe en b(1) o b(2), a (1) una estructura metálica efectivamente puesta a tierra o (2) a una varilla o tubo enterrado no menor a 1.50 m de longitud y 13 mm de diámetro como mínimos enterrada, en lo posible, en terreno permanentemente húmedo y separada de los conductores de pararrayos de acuerdo a la Sección 800-13 y 1.80 m de distancia de los electrodos de otros sistemas. Las tuberías de vapor o de agua caliente o las varillas de pararrayos no deben emplearse como electrodos para los protectores.

(c) **Conexión de electrodos.** La conexión a los electrodos de tierra deben cumplir con la Sección 250-115. Los conectores, clemas, accesorios y zapatas usados para conectar conductores de tierra y puentes de unión a electrodos de tierra o a cualquier otro que esté embebido en concreto o directamente enterrados deben ser adecuados para esta aplicación.

(d) **Interconexión de electrodos.** Un puente de área de sección transversal no menor a 13.30 mm² (No. 6 AWG) o equivalente debe conectar el electrodo de tierra de comunicaciones y el sistema de tierras de energía en el edificio o estructura servidos donde ambos electrodos existan. Se permite conectar todos los diferentes electrodos de puesta a tierra.

Excepción. En casas móviles conforme a la Sección 800-41.

Nota No. 1: Ver la Sección 250-86 para el uso de varillas de pararrayos.

Nota No. 2: La interconexión de los diferentes electrodos de tierra limita las diferencias de potencial entre ellos y sus sistemas asociados.

800-41. Puesta a tierra del protector primario en casas móviles.

(a) **Puesta a tierra.** Cuando el equipo de acometida para casas móviles está a no más de 9 m del muro exterior de la casa móvil que sirve y no está a la vista, o no existe un medio de desconexión puesto a tierra acorde a la Sección 250-24 y se ubica a la vista del muro exterior de la casa móvil que sirve, la tierra del protector primario debe estar conforme a la Sección 800-40(b)(2) y (3).

(b) **Uniones.** La terminal de puesta a tierra del protector primario debe unirse a la estructura metálica o terminal de tierra disponible de la casa móvil con un conductor de puesta a tierra de

cobre, con sección no menor a 3.31 mm² (12 AWG) bajo cualquiera de las siguientes condiciones.

- (1) Donde no existe equipo de acometida o medio de desconexión de la casa móvil como en el inciso (a) o,
- (2) La casa móvil está alimentada con clavija y cordón.

E. Conductores dentro de edificios

800-49. Resistencia al fuego de cables y alambres de comunicación. Los cables y alambres de comunicación instalados dentro de edificios deben estar certificados como resistentes al fuego y propagación de la flama acorde a las Secciones 800-50 y 800-51.

800-50. Listado, marcaje e instalación de cables y alambres de comunicación. Los cables y alambres de comunicación instalados dentro de edificios deben estar certificados como adecuados para este propósito, marcados de acuerdo con la Tabla 800-50, e instalados conforme a la Sección 800-52. El rango de tensión no debe marcarse en el cable.

Nota: Las marcas de tensión en el cable pueden malinterpretarse y sugerir que los cables son apropiados para aplicaciones de Clase 1, alumbrado y fuerza

Excepción No. 1 Las marcas de tensión se permiten donde el cable tenga múltiples marcas, y la de tensión es una de estas marcas requeridas

Excepción No. 2 Las marcas no se requieren cuando el cable entre al edificio desde el exterior y está continuamente canalizado en conduit metálico rígido, y este conduit está puesto a tierra a un electrodo conforme la Sección 800-40(b)

Excepción No. 3 Las marcas y etiquetas no se requieren cuando la longitud del cable dentro del edificio no excede los 15 m y los cables que entran desde el exterior terminan en un gabinete o protector primario listado

Nota No. 1. Las cajas de derivaciones y terminales, ya sean plásticas o metálicas, son envolventes típicas para terminales y derivaciones de cables telefónicos

Nota No. 2. Esta *Excepción* limita la longitud del cable exterior no listado a 15 m, mientras la Sección 800-30(b) requiere que el protector primario se ubique tan cerca como sea posible al punto de entrada del cable al edificio. Por tanto, en las instalaciones que requieren de un protector primario, el cable exterior no debe extenderse más de 15 m dentro del edificio si es posible colocar el protector primario mas cerca de los 15 m del punto de entrada

Excepción No. 4 Los cables multiuso pueden considerarse adecuados y sustituir a los cables de comunicación conforme a la Sección 800-53(f)

Tabla 800-50 - Marcas en los Cables

MARCA	TIPO	REFERENCIA
MPP	Cable Multiuso en Camara Plena	secciones 800-51(g) y 800-53(a)
CMP	Cable de Comunicación en Camara Plena	secciones 800-51(a) y 800-53(a)
MPR	Cable Multiuso Elevador	secciones 800-51(g) y 800-53(b)
CMR	Cable de Comunicación Elevador	800-51(b) y 800-53(b)
MPG	Cable Multiuso Usos Generales	secciones 800-51(g) y 800-53(d)

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

CMG	Cable de Comunicación de Usos Generales	secciones 800-51(c) y 800-53(d)
MP	Cable Multiuso de Usos Generales	secciones 800-51(g) y 800-52(d)
CM	Cable de Comunicación de Usos Generales	secciones 800-51(d) y 800-53(d)
CMX	Cable de Comunicación de Uso Limitado	secciones 800-51(e) y 800-53(d) Excepciones Nos 1, 2, 3 y 4
CMUC	Cable/Alambre Bajoalfombra de Comunicación	secciones 800-51(f) y 800-53(d) Excepción No. 5

Nota No. 1: Los tipos de cables se listan en orden descendente del rango de resistencia al fuego, y los cables multiusos se listan arriba de los cables de comunicación ya que los multiusos pueden sustituir a los cables de comunicación.

Nota No. 2: Ver las secciones citadas para los usos permitidos.

800-51. Etiquetas requeridas. Los cables y alambres de comunicación deben ser de una tensión nominal no menor a 300 V y estar certificados de acuerdo con los incisos (a) a (i) abajo.

Nota: Ver Sección 800-4 para requerimientos de etiquetas de equipo

(a) **Tipo CMP** El cable de comunicación para cámara plena tipo CMP, debe estar certificado para uso en ductos, cámaras plenas y otros espacios usados para manejar aire ambiente, y debe estar certificado con características adecuadas de resistencia al fuego y baja emisión de humo.

(b) **Tipo CMR** El cable elevador de comunicaciones tipo CMR debe estar certificado como adecuado para uso en corridas verticales en un tiro y certificado con características de resistencia al fuego capaces de evitar el paso del fuego de un piso a otro.

(c) **Tipo CMG** El cable de comunicaciones de usos generales tipo CMG debe estar certificado como adecuado para usos generales de comunicaciones, con excepción de elevadores y cámaras plenas, y estar certificados como resistente a la propagación de la flama.

(d) **Tipo CM** El cable de comunicaciones tipo CM debe estar certificado como adecuado para usos generales de comunicaciones, con excepción de elevadores y cámaras plenas, y certificado como resistente a la propagación de la flama.

(e) **Tipo CMX.** El cable de comunicaciones de uso limitado tipo CMX debe estar certificado como adecuado para uso en viviendas y para uso en canalizaciones y certificado como retardante de la flama.

(f) **Tipo CMUC** cable/alambre bajo alfombra. El cable y/o alambre bajo alfombra de comunicaciones tipo CMUC debe estar certificado para uso bajo alfombra y como retardante de la flama.

(g) **Cables multiusos (MP).** Los cables que cumplen los requisitos de los tipos CMP, CMR, CMG y CM, también satisfacen los requisitos de la Sección 760-51(a) y (b) para cables multiconductor y la Sección 760-51(g) para cables coaxiales pueden marcarse y certificarse como tipos MPP, MPR, MPG y MP respectivamente.

(h) **Alambres de comunicación.** Los alambres de comunicaciones, tales como alambres de distribución y puente, deben estar certificados como resistentes a la propagación del fuego.

(i) **Cable híbrido de comunicaciones y energía.** El cable híbrido de comunicaciones y energía certificado puede instalarse en lugar del cable de energía tipo NM conforme a los requisitos del Artículo 336, el cable de comunicaciones es un tipo CM certificado, y las

cubiertas de los cables certificados NM y CM tienen un valor nominal de 600 V mínimo, y el cable híbrido está certificado como resistente a la propagación del fuego

800-52. Instalación de cables, alambres y equipos de comunicación. Los conductores desde el protector al equipo o, donde no se requiera protector, los conductores fijados al exterior o dentro del inmueble, deben cumplir con (a) hasta (e) siguientes.

(a) Separación con otros conductores

- (1) Conductores visibles. Los conductores estarán separados por lo menos 5 cm de cualquier conductor de circuito de alumbrado ó fuerza, clase 1, o señalización de protección contra incendio de potencia no limitada.

Excepción No. 1 Cuando los conductores de alumbrado, fuerza, clase 1 o señalización de incendio de potencia no limitada están en una canalización o formen parte de un cable con cubierta o armadura metálica, o con cubierta no metálica de cables tipo AC o UF.

Excepción No. 2 Donde los conductores de comunicaciones están permanentemente separados de los conductores de otros circuitos por un material no conductor continuo y firmemente fijado, tal como tubo de porcelana o tubería flexible, además del aislamiento de los conductores

(2) En canalizaciones, cajas o cables

- a. Otros circuitos de potencia limitada. Los conductores de comunicaciones pueden estar en la misma canalización o envolvente con cualquiera de los siguientes cables.

1. Circuitos clases 2 y 3 de control remoto, señalización, circuitos de potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 725
2. Sistemas de señalización de fuego de potencia limitada de acuerdo al Artículo 760
3. Cables de fibra óptica no-conductora y conductora conforme al Artículo 770
4. Sistemas de distribución comunitaria de televisión y radio conforme al Artículo 820

- b. Circuitos Clases 2 y 3. Los circuitos Clase 1 no deben estar en el mismo cable con circuitos de comunicaciones. Se permiten conductores de circuitos Clases 2 y 3 en el mismo cable con los circuitos de comunicación, en cuyo caso los circuitos de Clases 2 y 3 deben estar clasificados como circuitos de comunicación y cumplir con los requisitos de este Artículo. Los cables deben estar certificados como cables de comunicaciones o cables multiusos.

Excepción Los cables contruidos con cables certificados individuales Clases 2, 3, y de comunicaciones, bajo una cubierta comun no necesitan estar clasificados como cables de comunicaciones. La resistencia al fuego del cable compuesto debe determinarse mediante el desempeño de este cable compuesto.

- c. Circuitos de fuerza o alumbrado

1. Los conductores de comunicaciones no se deben colocar en canalizaciones compartimientos, cajas, registros, o accesorios similares con conductores de alumbrado y fuerza o circuitos de fuerza Clase 1.

Excepción No 1: Donde todos los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o circuitos de señalización de incendio de potencia no limitada, están separados de todos los otros conductores de comunicaciones mediante una barrera.

Excepción No 2: Conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de señalización de incendio de potencia no limitada en cajas, registros, o accesorios similares o compartimientos donde tales conductores se introducen solamente para alimentar al equipo de

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

comunicaciones, o para la conexión de equipo de control remoto. Los conductores de circuitos de fuerza, de alumbrado, de Clase 1, o señalización de incendio de potencia no limitada deben guiarse dentro del gabinete para mantener una separación mínima de 6 mm de los conductores de comunicaciones.

2. En tiros: Los conductores de comunicaciones que corren en tiros con conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o señalización de incendio de potencia no limitada deben estar separados de éstos no menos de 50 mm.

Excepción No 1: Donde (1) todos los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o señalización de incendio de potencia no limitada, o (2) todos los conductores de comunicaciones están confinados en una canalización.

Excepción No 2: Cuando los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o señalización de incendio de potencia no limitada están en una canalización, o en cables con cubierta o armadura metálicas, cubierta no metálica o tipo UF.

(b) **Propagación del fuego o productos de la combustión.** Las instalaciones en espacios huecos (vacíos), tiros verticales y ductos de aire y ventilación deben hacerse de tal forma que la posible propagación del fuego o productos de la combustión no se vean considerablemente incrementados. Las aberturas que atraviesan paredes resistentes al fuego, pisos o techos deben tener barreras contra el fuego, acordes a métodos aprobados.

(c) **Equipos en otro espacio del usado para aire ambiente.** Se debe aplicar la Sección 300-22(c).

(d) **Charolas.** Los cables tipos MPP, MPR, MPG, y MP multiusos, y los cables de comunicaciones tipos CMP, CMR, CMG, y CM se pueden instalar en charolas.

(e) **Soporte de conductores.** Las canalizaciones no pueden usarse como medios de soporte para cables y alambros de comunicaciones.

800-53. Aplicaciones de cables certificados para comunicaciones. Los cables de comunicaciones deben cumplir con (a) hasta (f).

(a) **Plafones y Cámaras Plenas.** Los cables instalados en ductos, plafones y en otros espacios usados para el manejo de aire ambiente deben ser del tipo CMP.

Excepción: Los cables de comunicaciones tipos CMP, CMR, CMG, CM y CMX instalados conforme a la Sección 300-22.

(b) **Elevadores.** Los cables instalados en corridas verticales a través de más de un piso, o cables en corridas verticales en tiros, deben ser tipo CMR. Los pasos por piso que requieren cable tipo CMR, deben contener solo cables adecuados para uso de elevador o de plafones.

Nota: Ver Sección 800-52(b) para los requisitos de detención de fuego para pasos por piso.

Excepción No 1: Cuando los cables certificados están confinados en canalizaciones metálicas o están localizados en tiros verticales a prueba de fuego con barreras contra incendio en cada piso.

Excepción No 2: Los cables tipo CM y CMX en una o dos viviendas familiares.

(c) **Distribuidores y Montajes de Conexión Cruzada.** Se deben usar conductores de comunicaciones en distribuidores y montajes de conexión cruzada.

Excepción: Se permiten usar los tipos CMP, CMR, CMG y CM.

Dar doble click para ver imagen

(d) **Otros alambros dentro de edificios.** Los cables instalados en edificios diferentes a los descritos en (a), (b) y (c) anteriores deben ser del tipo CMG o CM.

Excepción No 1: Cuando los cables de comunicaciones están confinados en canalizaciones.

Excepción No 2: Los cables de comunicación tipo CMX en espacios descubiertos cuando la longitud expuesta no exceda de 3 metros.

Excepción No 3: Los cables de comunicaciones tipo CMX de diámetro menor a 6.5 mm e

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

instalados en una o dos viviendas familiares

Excepción No 4: Los cables de comunicaciones tipo CMX de diámetro menor a 6.5 mm e instalados en espacios no confinados en viviendas multifamiliares

Excepción No 5: Cables de comunicaciones tipo CMUC instalados bajo alfombras

(e) **Cables híbridos de fuerza y de comunicaciones.** Los cables híbridos de energía y comunicaciones certificados según la Sección 800-51(i) pueden instalarse en viviendas de una o dos familias

(f) **Substitución de cables.** Se permite la substitución de cables de comunicaciones certificados en la Tabla 800-53 e ilustrados en la figura 800-53.

Tabla 800-53 Substituciones de Cable

Tipo de Cable	Substituciones Permitidas
MPP	Ninguna
CMP	MPP
MPR	MPP
CMR	MPP, CMP, MPR
MPG, MP	MPP, MPR
CMG, CM	MPP, CMP, MPR, CMR, MPG, MP
CMX	MPP, CMP, MPR, CMR, MPG, MP, CMG, CM

Nota: Para el uso de cable de comunicaciones y cable multiusos en lugar de cables Clases 2 y 3, ver la Sección 725-53(g), y para el uso de cable de comunicaciones y multiusos en lugar de cables de señalización de incendio de potencia limitada, ver la Sección 760-53(d).

ARTICULO 810 - EQUIPOS DE RADIO Y TELEVISION

A. Generales.

810-1. Alcance Este Artículo se aplica a los equipos receptores de radio y televisión y a los equipos transmisores y receptores de radio para aficionados, pero no se aplica a equipos y antenas utilizados para acoplar las corrientes portadoras a los conductores de energía eléctrica.

810-2. Otros Artículos aplicables. El alambrado desde la fuente de suministro de energía a y entre los dispositivos conectados al sistema de alambrado interior deben cumplir con los Capítulos 1 a 4, excepto los modificados en las Secciones 640-3, 640-4, y 640-5. El alambrado para equipos de radiofrecuencia, audiofrecuencia y para altavoces, deben cumplir con el Artículo 640. Cuando se use fibra óptica se debe aplicar el Artículo 770. El cable coaxial para recepción de televisión debe cumplir con el Artículo 820.

810-3. Antenas de televisión comunitarias. La antena debe cumplir con este Artículo. El sistema de distribución debe cumplir con el Artículo 820.

810-4. Supresores de ruido para radio. Los eliminadores de interferencia de radio, los condensadores de interferencia o los supresores de ruido conectados a los conductores de alimentación deberán estar certificados. No deben estar expuestos a daño físico.

810-5. Definiciones. Ver Artículo 100.

B. Equipos Receptores - Sistemas de Antenas.

810-11. Material. Las antenas y los conductores entrada deben ser cobre duro, bronce, aleación de aluminio, cobre con núcleo de acero u otro material de alta resistencia mecánica y resistencia a la corrosión

Excepción: Para los conductores de entrada puede emplearse el cobre blando o semiduro cuando los tramos entre los puntos de soporte no son mayores a 10 m.

810-12. Soportes. Las antenas exteriores y los conductores de entrada deben estar firmemente soportados. Las antenas no deben ser fijadas al poste de la acometida eléctrica. Además no se deben fijar a postes o estructuras similares que lleven conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza expuestos o conductores de trole que operen a más de 250 V entre conductores. Los aisladores que sostengan los conductores de la antena deben tener suficiente resistencia mecánica para sostenerlos con seguridad. Los conductores de entrada se deben fijar firmemente a las antenas

810-13. Modo de evitar contactos con conductores de otros sistemas. Las antenas exteriores y los conductores de entrada desde una antena al inmueble, no deben cruzar por encima de conductores expuestos de circuitos de alumbrado o de fuerza y se deben mantener bien alejados de tales circuitos, para evitar la posibilidad de contactos accidentales. Cuando no se puede evitar la proximidad con los conductores expuestos de las acometidas de alumbrado o de fuerza que trabajan a menos de 250 V entre conductores, la instalación se debe hacer de manera tal que el claro mínimo sea de 60 cm

Donde sea posible, los conductores de la antena se instalan para no cruzar por debajo de los conductores expuestos de alumbrado o de fuerza

810-14. Empalmes Los empalmes y uniones en los tramos de antena deben ser mecánicamente seguros y con dispositivos de empalme certificados o por otros medios que no debiliten de forma apreciable a los conductores

810-15. Puesta a tierra. Los mastiles y las estructuras metálicas que sostienen las antenas deben ponerse a tierra de acuerdo con la Sección 810-21

810-16. Calibre de alambre de retenida de la antena - Estación receptora.

(a) Calibre del conductor de la antena. Los conductores exteriores de antena para estaciones receptoras deben tener un calibre no menor al indicado en la Tabla 810-16 (a)

Tabla 810-16(a) Calibre de los conductores de antena exterior para estaciones receptoras.

Material	Area mínima de sección transversal mm ²		
	Longitud máxima del tramo		
	Menos de 10 m	de 10 m a 45 m	Más de 45 m
Aleación de aluminio y cobre duro	65 (19)	2.08 (14)	3.31 (12)
Cobre con núcleo de hierro, bronce u otro material de alta resistencia mecánica	0.51 (20)	1.03 (17)	2.08 (14)

(b) Antenas autosoportadas. Las antenas exteriores tales como varillas verticales, platos,

o estructuras bipolo, deben ser de materiales resistentes a la corrosión y de resistencia mecánica adecuadas para resistir las condiciones de carga del viento, y ubicadas lo más alejadas posible de conductores aéreos de los circuitos de alumbrado y de fuerza de más de 150 V a tierra, con el objeto de evitar la posibilidad de que, si cayera la antena o la estructura, se produzca un contacto accidental con tales circuitos

810-17. Calibre de los conductores de entrada - Estación Receptora Los conductores de entrada de antenas exteriores para estaciones receptoras deben, para distintas longitudes máximas de tramos expuestos, tener un calibre tal que tengan una resistencia a la tracción por lo menos igual a la de los conductores de antena especificados en la Sección 810-16. Cuando la entrada está formada por dos o más conductores trenzados juntos dentro de la misma cubierta, o sean concéntricos, el calibre del conductor para distintas longitudes máximas de los tramos expuestos debe ser tal, que la resistencia a la tracción de la combinación sea por lo menos tan grande como la de los conductores de antena especificados en la Sección 810-16.

810-18. Claros - Estaciones Receptoras

(a) **Fuera de los inmuebles** Los conductores de entrada fijados a los inmuebles se deben instalar de forma que no puedan aproximarse, al moverse, a menos de 60 cm de los conductores de los circuitos de 250 V o menos entre conductores, o a menos de 3 m de los conductores de los circuitos de más de 250 V entre conductores; se exceptúa el caso de circuitos cuya tensión entre conductores no exceda 150 V, si todos los conductores implicados están fijados para asegurar una separación permanente, en cuyo caso la separación puede reducirse, pero no debe ser menor a 10 cm. La separación entre conductores de entrada y cualquier conductor que forme parte de un sistema de varillas de pararrayos, no debe ser menor a 1.80 m, a menos que se haga el puenteado referido en la Sección 250-86. Los conductores subterráneos deben separarse al menos 30 cm de los conductores de cualquier circuito de fuerza, alumbrado, o Clase 1.

Excepción. Cuando los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o de entrada se instalen en canalizaciones o armadura metálica

(b) **Antenas y Entradas - Interiores** Las antenas y entradas interiores no deben correr a menos de 5 cm de los conductores de otros sistemas de alumbrado en el predio

Excepción No 1: Cuando tales conductores están instalados en canalizaciones o armaduras metálicas

Excepción No 2: Cuando están permanentemente separados de tales conductores por medio de una cubierta aislante y continua fijada firmemente, como tubo de porcelana o tubería flexible

(c) **En cajas u otras envolventes** Las antenas y entradas interiores pueden ocupar la misma caja o gabinete que los conductores de otros sistemas de alumbrado cuando están separados de esos otros conductores por una barrera instalada efectiva y permanentemente

810-19. Circuitos de alimentación eléctrica utilizados como antena - Estación Receptora Cuando se utiliza un circuito de alimentación eléctrica como antena, el dispositivo de acoplamiento entre la red eléctrica y el radioreceptor, debe estar certificado para este uso

810-20. Unidades de descarga de antenas - Estaciones Receptoras

(a) **Donde se requiere.** Cada conductor de entrada procedente de una antena exterior debe estar provisto de una unidad de descarga de antena certificada

Excepción Cuando los conductores de entrada están dentro de una cubierta metálica continua permanente y efectivamente puesta a tierra o está protegidos por una unidad de descarga de antena

(b) **Ubicación.** Las unidades de descarga de antenas se deben instalar fuera o dentro del inmueble, entre el punto de entrada de los conductores y el aparato de radio o los transformadores, y tan cerca como sea posible de la entrada de los conductores al inmueble. Las unidades de descarga de antena no deben ubicarse cerca de materiales combustibles, ni en los lugares (clasificados) peligrosos según lo definido en el Artículo 500.

(c) **Puesta a tierra.** La unidad de descarga de antenas debe ser puesta a tierra conforme a la Sección 810-21

810-21. Conductores de puesta a tierra - Estaciones Receptoras Los conductores de puesta a tierra deben cumplir con los incisos (a) hasta (j) siguientes.

(a) **Material.** El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre, aluminio, cobre con núcleo de acero, bronce u otro material resistente a la corrosión

(b) **Aislamiento.** Los conductores de puesta a tierra pueden no estar aislados

(c) **Soportes.** Los conductores de puesta a tierra deben asegurarse firmemente y pueden fijarse a las superficies donde deban instalarse, sin necesidad de usar soportes aislantes

Excepción Cuando no se pueden instalar soportes adecuados, el calibre del conductor de puesta a tierra se aumenta proporcionalmente

(d) **Protección Mecánica.** El conductor de puesta a tierra debe protegerse donde se halle expuesto a daños físico, o se debe aumentar proporcionalmente el calibre del conductor de puesta a tierra, para compensar la falta de protección

(e) **Recorrido en Línea Recta** El conductor de puesta a tierra para una antena o unidad de descarga para antena se debe instalar en línea recta tanto como sea factible, desde el mástil de la antena o desde la unidad de descarga, hasta el electrodo de puesta a tierra

(f) **Electrodo.** El conductor de puesta a tierra debe conectarse en la forma siguiente:

(1) Al lugar accesible más cercano (1) en el sistema de electrodos a tierra del edificio o estructura como se describe en la Sección 250-81, (2) al sistema interno de tubería metálica de agua puesta a tierra, como se describe en la Sección 250-80(a), (3) a los medios accesibles de la acometida de energía fuera de los gabinetes de acuerdo con la Sección 250-71(b) (4) la canalización metálica de la acometida de energía, (5) a la envolvente del equipo de acometida o (6) al conductor del electrodo de puesta a tierra o las cubiertas metálicas del conductor del electrodo de puesta a tierra; o

(2) Si el edificio o estructura servida no tiene un medio de puesta a tierra como los descritos en (f)(1) a cualquiera de los electrodos individuales descritos en la Sección 250-81 o

(3) Si el edificio o estructura servida no tiene un medio de puesta a tierra como se describe en (f)(1) o (f)(2) a (1) una estructura metálica efectivamente puesta a tierra, o (2) a cualquiera de los electrodos individuales descritos en la Sección 250-83

(g) **Dentro o Fuera del Inmueble.** El conductor de puesta a tierra puede tenderse dentro o fuera del inmueble

(h) **Calibre.** El conductor de puesta a tierra no debe ser de área de sección transversal menor a 5 260 mm² (No. 10 AWG) para cobre, 8 367 mm² (No. 8 AWG) para aluminio, 1.0 mm² (No. 17 AWG) para el cobre con núcleo de acero o para bronce

(i) **Tierra Común.** Puede utilizarse un solo conductor de puesta a tierra que sirva a la vez a los fines de protección y operación

(j) **Interconexión de Electrodos.** Un puente de unión de área de sección transversal no menor a 13 30 mm² (No. 6 AWG) de cobre o equivalente se debe conectar entre el equipo de radio y televisión puestos a tierra y el sistema de electrodos de puesta a tierra de energía en el edificio o estructura servida cuando se usen electrodos separados

C. Estaciones Transmisoras y Receptoras de Aficionados - Sistemas de Antenas.

810-51. Otras Secciones Aplicables. Los sistemas de antena de las estaciones de aficionados, transmisoras y receptoras, además de cumplir con las disposiciones de esta parte, deben cumplir con las Secciones 810-11 a 810-15

810-52. Calibre de la Antena Los conductores de la antena para estaciones de aficionados, transmisoras y receptoras, no deben ser de calibre menor a los indicados en la Tabla 810-52

Tabla 810-52. Calibre de los Conductores de Antena Exterior para Estaciones de Aficionados.

Material	Sección Mínima de los Conductores mm ²	
	Longitud Máxima del Tramo	
	Menos de 45 m	Más de 45 m
Cobre duro	2.08 (14)	5.26 (10)
Cobre con núcleo de acero, bronce u otro material de alta resistencia mecánica	2.08 (14)	3.31 (12)

810-53. Calibre de los Conductores de Entrada Los conductores de entrada para estaciones transmisoras deben tener, para distintas longitudes máximas de tramos, un calibre por lo menos igual al de los conductores para antena especificados en la Sección 810-52

810-54. Claros en el Inmueble Los conductores de antena para estaciones transmisoras fijados a los inmuebles deben montarse firmemente a una distancia mínima de 75 mm de la superficie del inmueble sobre soportes aislantes no absorbentes, tales como palillos o brazos de madera tratada, equipados con aisladores que no tengan menos de 75 mm de línea de fuga y de distancia libre. Los conductores de entrada fijados al inmueble se ajustarán también a estos requisitos

Excepción Cuando los conductores de entrada están confinados en una cubierta metálica continua permanente y efectivamente puesta a tierra, no se requiere cumplir con estos requisitos. En este último caso la cubierta metálica puede utilizarse también como conductor.

810-55. Entrada al inmueble Los conductores de entrada de las estaciones transmisoras, excepto cuando están protegidos por una cubierta metálica continua conectada a tierra en forma permanente y efectiva, deben entrar a los inmuebles por uno de los métodos siguientes: (1) a través de un tubo o boquilla aislante, no absorbente, incombustible y rígida; (2) a través de una abertura provista para el propósito en la que los conductores de entrada están fijados firmemente con el objeto de mantener una separación entre ellos y los bordes de la estructura de por lo menos 50 mm; o (3) a través de un agujero en el vidrio de una ventana.

810-56. Protección Contra Contactos Accidentales Los conductores de entrada a los transmisores de radio deben ubicarse o instalarse de manera que se dificulte un contacto accidental con ellos

810-57. Unidades de Descarga de Antenas - Estaciones Transmisoras Cada conductor de entrada de una antena exterior debe estar provisto de una unidad de descarga a tierra de las

cargas estáticas del sistema de antena u otro dispositivo similar.

Excepción No 1: Cuando cada conductor está protegido por una cubierta metálica continua puesta a tierra de forma permanente y efectiva.

Excepción No 2: Cuando la antena está puesta a tierra de forma permanente y efectiva.

810-58. Conductores de Puesta a Tierra - Estaciones Transmisoras y Receptoras de Aficionados. Los conductores de puesta a tierra deben cumplir con los incisos (a) hasta (c) siguientes

(a) **Otras Secciones Aplicables** Todos los conductores de puesta a tierra de las estaciones de aficionados, transmisoras y receptoras, deben cumplir con las Secciones 810-21(a) hasta (j).

(b) **Calibre del Conductor de Puesta a Tierra para Protección.** El conductor de puesta a tierra para protección de estaciones transmisoras debe ser de un calibre por lo menos tan grande como el del conductor de entrada, pero de área de sección transversal no menor a 5.260 mm² (No. 10 AWG) para cobre, bronce o cobre con núcleo de acero.

(c) **Calibre del Conductor de Puesta a Tierra para Operación** El conductor de puesta a tierra para el funcionamiento de estaciones transmisoras no debe ser de área de sección transversal menor a 2.082 mm² (No. 14 AWG) para cobre o su equivalente

D. Instalaciones Interiores - Estaciones Transmisoras

810-70. Separación de Otros Conductores Todos los conductores dentro del inmueble deben tener una separación no menor a 10 cm de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, fuerza o señalización

Excepción No 1 Conforme al Artículo 640.

Excepción No 2 Cuando estén separados de otros conductores por medio de canalizaciones o algún material fijo no conductor, como tubo de porcelana o tubo flexible

810-71. Disposiciones Generales Los transmisores deben cumplir con los incisos (a) hasta (c) siguientes.

(a) **Confinamiento.** El transmisor debe estar dentro de una estructura o malla metálica, o separado del espacio destinado al personal encargado del funcionamiento por una barrera u otro medio equivalente cuyas partes metálicas están puestas a tierra de manera efectiva

(b) **Puesta a Tierra de los Controles** Todas las palancas exteriores y controles metálicos accesibles al personal encargado del funcionamiento deben estar puestas a tierra de manera efectiva

(c) **Interbloqueo de Puertas.** Todas las puertas de acceso deben estar provistas de bloqueos que desconectan todas las tensiones mayores a 350 V entre conductores, cuando se abra cualquier puerta de acceso

ARTICULO 820. ANTENAS DE TELEVISION COMUNITARIAS Y SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE RADIO.

A. Disposiciones Generales.

820-1. Alcance. Los requisitos de este Artículo deben aplicarse a los cables coaxiales de distribución de señales de radiofrecuencia usualmente empleados en los sistemas de antenas de televisión comunitarias

Nota: Cuando la instalación no sea coaxial ver los Artículos 770 y 800

820-2. Limitaciones de Energía. El cable coaxial puede ser usado para suministrar energía a baja potencia a equipos directamente asociados con los sistemas de distribución de radiofrecuencia, siempre que la tensión no sea mayor de 60 V y donde la corriente de alimentación provenga de un transformador u otro dispositivo que tenga características de limitación de potencia.

820-3. Definiciones. Ver Artículo 100. Para propósitos de este Artículo, se aplican las siguientes definiciones adicionales:

Punto de Entrada. El punto de entrada a un inmueble es el punto en el cuál emerge el cable desde un muro exterior, losa de concreto, o tubo conduit metálico rígido puesto a tierra en un electrodo conforme la Sección 820-40(b)

820-5. Acceso a Equipo Eléctrico Atrás de Tableros Diseñados para Permitir el Acceso. El acceso a equipos no debe ser evitado por una acumulación de cables y alambres que impidan el retiro de tableros, incluyendo techos de plafones colgantes.

820-6. Ejecución Mecánica de los Trabajos. Los sistemas de distribución de radio y televisión de antena comunitaria deben instalarse de manera limpia y profesional.

B. Cables Exteriores y Entrada a Inmuebles.

820-10. Los cables coaxiales antes del punto de puesta a tierra, como se define en la Sección 820-33 deben cumplir con los incisos (a) hasta (e) abajo

(a) **Sobre postes.** Cuando sea posible, los conductores en postes se deben instalar debajo de los conductores de alumbrado o fuerza y no deben sujetarse a las crucetas que llevan estos conductores

(b) **Separación de los Cables de Entrada.** Los conductores de entrada o aéreos desde un poste u otro soporte, incluyendo el punto de amarre a un inmueble o estructura, deben mantenerse alejados de los circuitos de alumbrado o fuerza, a fin de evitar contactos accidentales

Excepción. Cuando no puede evitarse la proximidad con los conductores de acometida, de alumbrado o fuerza la instalación debe ser tal que asegure una separación no menor a 30 cm de estas acometidas aéreas

(c) **Sobre Azoteas.** Los cables que pasan sobre inmuebles deben estar a por lo menos 2.40 m por encima de cualquier punto de la azotea

Excepción No 1: Inmuebles auxiliares tales como cocheras y similares

Excepción No 2: Se permite reducir la separación sólo por encima de la porción sobresaliente del techo no menos de 45 cm si (1) no más de 1.22 m de los conductores de comunicación de la acometida aérea pasan por encima de la saliente del techo, y (2) si terminan en una canalización o soporte a través del techo

Excepción No 3. Donde el techo tiene una pendiente no menor de 10 cm por cada 30 cm, puede permitirse una reducción en la separación de 91 cm

(d) **Entre Inmuebles.** Los cables que se extienden entre inmuebles, y también los soportes o grapas de sujeción, deben ser adecuados para este uso y tener la suficiente resistencia mecánica para soportar las cargas a las que puedan estar sometidos

Excepción. Cuando un cable no tiene suficiente resistencia para autosoportarse tiene que ser soportado por medio de un cable mensajero que junto con las grapas de fijación o soportes, debe ser adecuado para este uso y tener la suficiente resistencia mecánica para soportar las cargas a las que pueda estar sometido

(e) **Sobre Inmuebles.** Donde los cables están fijados a inmuebles deben estar amarrados

firmemente y de manera que queden separados de otros conductores, como se indica a continuación.

- (1) **Alumbrado o Fuerza.** El cable coaxial debe tener una separación de por lo menos 10 cm de los conductores de alumbrado o fuerza que no están dentro de una canalización o cable, o estar permanentemente separados de los conductores de otro sistema por medio de un material no conductor, continuo y firmemente fijado, adicional al aislamiento de los alambres
- (2) **Otros Sistemas de Comunicaciones.** El cable coaxial debe instalarse de forma que no haya interferencia innecesaria durante el mantenimiento a otros sistemas. En ningún caso los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de un sistema, deben producir abrasión en los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de otro sistema
- (3) **Conductores de Pararrayos.** Cuando sea posible, se debe mantener una separación no menor de 1.80 m entre los cables coaxiales y los conductores de pararrayos

820-11. Conductores Entrando a los Inmuebles.

(a) **Sistemas Subterráneos.** Los cables coaxiales subterráneos en ductos, pedestales, pasos, o pozos de registro conteniendo conductores de circuitos de fuerza, alumbrado Clase 1, deben estar en una sección permanentemente separada de tales conductores mediante una barrera adecuada

(b) **Cables y Canalizaciones Directamente Enterrados.** El cable coaxial directamente enterrado debe estar separado lo menos 30 cm de cualquier conductor de circuitos de fuerza, alumbrado, o

Clase 1

Excepción No 1: Cuando los conductores eléctricos de acometida o coaxiales están instalados en canalizaciones o tienen armaduras metálicas

Excepción No 2: Cuando los conductores de circuitos derivados de fuerza, alumbrado, o alimentadores, o conductores de circuitos Clase 1 están instalados en canalización o en cables con cubierta o armadura metálica, o tipos UF o USE, o los cables coaxiales tienen una armadura metálica o están instalados en una canalización

C. Protección.

820-33. Puesta a Tierra de la Pantalla Conductiva Exterior de un Cable Coaxial.

Cuando el cable coaxial está expuesto a descargas atmosféricas o contactos accidentales con conductores de protectores contra sobretensiones o energía operando a una tensión por encima de 300 V a tierra, la pantalla conductiva exterior del cable coaxial debe ponerse a tierra en el predio tan cerca como sea posible al punto de entrada. Para propósitos de esta Sección, el punto en el cual el cable expuesto entra es el punto donde emerge de un muro exterior, una losa de concreto o un conduit metálico rígido puesto a tierra a un electrodo conforme a la Sección 820-40(b)

Para propósitos de esta Sección, la puesta a tierra ubicada en el equipo de acometida de una casa móvil a la vista y a no más de 9 m de la pared exterior de la casa móvil que sirve, o en el medio de desconexión puesto a tierra de la casa móvil acorde a la Sección 250-24 y ubicada a la vista y a no más de 9 m de la pared exterior de la casa móvil que sirve, cumple con los requisitos de esta Sección

Nota: El localizar la puesta a tierra para lograr la longitud mínima posible del conductor de puesta a tierra ayuda a limitar las diferencias de potencial entre el sistema de antena comunitaria de televisión y otros sistemas metálicos

(a) **Puesta a Tierra de Pantallas** Cuando la pantalla exterior conductiva de un cable coaxial está puesta a tierra, no se requiere de otro dispositivo de protección.

(b) **Dispositivos de Protección de Pantallas** La puesta a tierra de un cable coaxial aéreo mediante un dispositivo de protección que no interrumpa el sistema de puesta a tierra dentro del local, está permitida

D. Métodos de Puesta a Tierra.

820-40. Puesta a Tierra de Cables Cuando lo requiere la Sección 820-33, la pantalla del cable coaxial debe ponerse a tierra como se especifica en los incisos (a) a (d) siguientes

(a) Conductor de Puesta a Tierra

- (1) **Aislamiento** El conductor de puesta a tierra debe estar aislado y certificado adecuadamente para este propósito
- (2) **Material** El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductivo resistente a la corrosión, cableado o sólido
- (3) **Calibre** El conductor de puesta a tierra no debe ser de área de sección transversal menor a 2.082 mm² (No 14 AWG); debe tener una capacidad de conducción de corriente aproximadamente igual a la del conductor exterior del cable coaxial.
- (4) **Tendido en Línea Recta** El conductor de puesta a tierra debe tenderse hacia el electrodo de tierra en línea recta tanto como sea posible
- (5) **Protección Física** Cuando está sujeto a daño físico, el conductor de puesta a tierra debe protegerse adecuadamente. Cuando el conductor de puesta a tierra viaja en una canalización metálica, ambos extremos de la canalización deben unirse al conductor de puesta a tierra o a la misma terminal o electrodo al cuál está conectado el conductor de puesta a tierra

(b) Electrodo. El conductor de puesta a tierra debe conectarse como sigue:

- (1) A la ubicación más cercana posible en (1) el sistema de electrodos a tierra del edificio o estructura conforme a la Sección 250-81, (2) el sistema interior de tuberías metálicas de agua acorde a la Sección 250-80(a) (3) los medios accesibles externos a la envolvente de la acometida conforme a la Sección 250-71(b), (4) la canalización metálica de la acometida de energía (5) la envolvente del equipo de acometida, (6) el conductor de puesta a tierra del electrodo o el gabinete metálico del conductor de puesta a tierra del electrodo o (7) al conductor de puesta a tierra o electrodo de tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura conectado a tierra por un electrodo como se especifica en la Sección 250-24, o
- (2) Si el edificio o estructura servidos no tiene una puesta a tierra como se describe en (b)(1) a cualquiera de los electrodos individuales descritos en la Sección 250-81; o
- (3) Si el edificio o estructura servidos no tiene una puesta a tierra como se describe en (b)(1) o (b)(2), a (1) una estructura metálica efectivamente puesta a tierra o (2) a cualquiera de los electrodos individuales descritos en la Sección 250-83

(c) **Conexión del Electrodo** Las conexiones al electrodo de puesta a tierra deben cumplir con la Sección 250-115

(d) **Interconexión de Electrodos** Un puente de unión de área de sección transversal no menor a 13.30 mm² (No 6 AWG) de cobre o equivalente debe conectarse entre el sistema de electrodos de puesta a tierra de la antena y el sistema de electrodos de puesta a tierra de energía en el edificio o estructura servidos cuando se usen electrodos separados

Excepción En casas móviles conforme a la Sección 820-42

Nota No. 1: Ver la Sección 250-86 para el uso de varillas de pararrayos

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Nota No. 2: La interconexión de todos los electrodos separados limita las diferencias de potencial entre ellos y sus sistemas asociados

820-41. Puesta a Tierra de Equipos Equipos desenergizados y envolventes o equipos energizados mediante cable coaxial deben considerarse puestos a tierra cuando están conectados al blindaje metálico del cable.

820-42. Uniones y Puesta a Tierra en Casas Móviles

(a) **Puesta a Tierra** Cuando el equipo de acometida a una casa móvil no está a la vista y a no más de 9 m de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, o no existe un medio de desconexión puesto a tierra de la casa móvil acorde a la Sección 250-24 y ubicado a la vista y a no más de 9 m de la pared exterior de la casa móvil que abastece, la puesta a tierra del blindaje del cable coaxial, o puesta a tierra del protector contra sobretensiones, debe estar conforme a las Secciones 820-40(b) (2) y (3)

(b) **Uniones.** La terminal de puesta a tierra del blindaje del cable coaxial, la terminal de puesta a tierra de la protección contra sobretensiones, o electrodo de puesta a tierra deben unirse a la estructura metálica o a la terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil con un conductor de cobre con área de sección transversal no menor a 3 31 mm² (No 12 AWG) bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando no existe equipo de acometida o medio de desconexión en la casa móvil como en (a) arriba, o
- (2) Cuando la casa móvil se alimenta mediante cordón y clavija

E. Cables dentro de Edificios.

820-49. Resistencia al Fuego de Cables CATV (Antena Comunitaria de Televisión). Los cables coaxiales instalados directamente dentro de edificios deben estar certificados como resistentes a la propagación del fuego conforme a las Secciones 820-50 y 820-51

820-50. Etiquetas, Marcas e Instalación de Cables Coaxiales Los cables coaxiales en un edificio deben estar certificados como adecuados para este uso, y deben marcarse acorde a la Tabla 820-50. La tensión nominal del cable no debe marcarse en el cable

Nota: Las marcas de tensión en el cable pueden malinterpretarse para sugerir que los cables son adecuados para uso en circuitos Clase 1 de fuerza o de alumbrado

Excepción No. 1: Las marcas de tensión se permiten cuando el cable tiene múltiples etiquetas, y la de marca de tensión es una de las requeridas por las etiquetas.

Excepción No. 2. Las marcas y etiquetas no se requieren cuando el cable entra desde el exterior en un edificio y corre en un conduit metálico rígido, y este conduit está puesto a tierra a un electrodo acorde a la Sección 820-40(b)

Excepción No. 3: Las marcas y etiquetas no se requieren cuando la longitud de cable dentro del edificio no excede los 15 m y entra en el edificio desde el exterior y acaba en una terminal de tierra

Tabla 820-50 Marcas en Cables

Marca	Tipo	Referencia
CATVP	Cable CATV para Cámara Plena	secciones 820-51(a) y 820-53(a)
CATVR	Cable CATV para Elevadores	secciones 820-51(b) y 820-53(b)
CATV	Cable CATV	secciones 820-51(c) y 820-53(c)
CATVX	Cable CATV de Uso Limitado	secciones 820-51(d) y 820-53(c) Excepciones Nos 1, 2 y 3

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Nota No. 1: Los tipos de cable se listan en orden descendente de resistencia al fuego.

Nota No. 2: Ver las Secciones referidas para los requerimientos de certificado y usos permitidos.

820-51. Requerimientos de Certificación Adicionales Los cables deben estar certificados conforme a los incisos (a) a (d) abajo

(a) **Tipo CATVP** El cable para cámara plena de antena comunitaria de televisión CATVP debe estar certificado como adecuado para usarse en cámaras plenas, ductos y otros espacios usados para aire ambiental, y también certificados con características adecuadas de resistencia al fuego y baja emisión de humos.

(b) **Tipo CATVR** El cable elevador para antena comunitaria de televisión tipo CATVR debe estar certificado para uso en corridas verticales en un tiro de piso a piso, y también certificado con características de resistencia al fuego capaces de prevenir el transporte del fuego de piso a piso

(c) **Tipo CATV** El cable para antena comunitaria de televisión tipo CATV debe estar certificado para usos generales de antena comunitaria de televisión, con excepción de cámaras plenas y corridas verticales, y también certificados como resistentes a la propagación del fuego.

(d) **Tipo CATVX** El cable de antena comunitaria de televisión de uso limitado tipo CATVX debe estar certificado como adecuado para uso en viviendas, y para uso en canalización y certificado también como retardante de la flama

820-52. Instalación de Cables y Equipos. Mas allá del punto de puesta a tierra, definido en la Sección 820-33, la instalación de cables debe cumplir con los incisos (a) a (e) abajo.

(a) **Separación de Otros Conductores**

(1) **Conductores Descubiertos.** El cable coaxial debe separarse al menos 50 mm de los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza o Clase 1

Excepción No. 1: Cuando los conductores de circuitos de alumbrado o fuerza o Clase 1 o cable coaxial están en una canalización, o en cables con fundas o armaduras metálicas, fundas no metálicas o tipo UF

Excepción No. 2: Cuando los conductores están permanentemente separados de los conductores de otros circuitos mediante un no conductor fijo y continuo, tal como un tubo de porcelana o tubo flexible además del aislamiento del alambre

(2) **En Envolvertes y Canalizaciones**

a. **Circuitos Diferentes de los de Potencia Limitada.** Los cables coaxiales se permiten en la misma canalización o envolvente con cables cubiertos en cualquiera de las siguientes condiciones

1. Circuitos Clases 2 y 3 de control remoto, señalización, y potencia limitada conforme al Artículo 725
2. Sistemas de señalización de protección contra incendio de potencia limitada conforme al Artículo 760
3. Circuitos de comunicaciones conforme al Artículo 800
4. Cables de fibra óptica conforme al Artículo 770

b. **Circuitos de Fuerza o Alumbrado** El cable coaxial no debe colocarse en ninguna canalización compartimento caja registro o cualquier otro gabinete con conductores de circuitos de fuerza alumbrado, o Clase 1

Excepción -No. 1: Cuando los conductores de diferentes sistemas están separados por una barrera permanente

Excepción -No. 2 Los conductores en cajas de salidas, registros, o accesorios similares o compartimentos donde tales conductores se introducen solamente para alimentar el equipo de

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

distribución del sistema de cable coaxial, o para energizar el equipo de control remoto.

Los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, y Clase 1, y de señalización de protección contra incendio sin límite de potencia, deben guiarse en el gabinete para mantener una separación mínima de 6 mm del cable coaxial

(3) En Tiros. Los cables coaxiales que corren en el mismo tiro con conductores de alumbrado o fuerza, deben estar separados de éstos no menos de 50 mm.

Excepción No. 1: Cuando los conductores de cualquiera de los sistemas están confinados en una canalización metálica.

Excepción No. 2: Cuando los conductores de fuerza o alumbrado están en una canalización, o en cables con funda o armadura metálica, funda no metálica, o tipo UF.

(b) **Propagación del Fuego o Productos de la Combustión** La instalación en huecos, tiros verticales, y ductos de ventilación o manejo de aire, deben hacerse de manera que la posible propagación del fuego y productos de la combustión no se incremente substancialmente. Las aberturas alrededor de pasos en paredes clasificadas resistentes al fuego, pisos, o techos, deben parar el fuego usando métodos aprobados.

(c) **Equipos en Espacios Diferentes de los Destinados al Aire Ambiente** La Sección 300-22(c) debe aplicarse.

(d) **Cableado Híbrido de Energía y Coaxial** Los requisitos de la Sección 780-6 deben aplicarse al cableado híbrido de energía y coaxial en circuitos cerrados y distribución programada de energía.

(e) **Soporte de Conductores** Las canalizaciones no deben usarse como soporte para cables coaxiales.

820-53. Aplicaciones de Cables CATV Certificados Los cables CATV deben cumplir con los incisos (a) a (d) abajo.

(a) **Cámaras Plenas** Los cables instalados en ductos, cámaras plenas, y otros espacios usados para aire ambiente deben ser tipo CATVP.

Excepción Los cables tipos CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados conforme a la Sección 300-22.

(b) **Elevadores (Corridas Verticales)** Los cables instalados en corridas verticales y penetrando más de un piso, o cables instalados verticalmente en tiros, deben ser del tipo CATVR. Los pasos por piso que requieren cable tipo CATVR deben contener únicamente cables adecuados para corridas verticales y cámaras plenas.

Excepción -No. 1: Los cables tipo CATV y CATVX confinados en canalización metálica o localizados en tiros a prueba de fuego con barreras contra el fuego en cada piso.

Excepción -No. 2: Los cables tipos CATV y CATVX en viviendas de una o dos familias.

Nota: Ver la Sección 820-52(b) para los requisitos de paro de fuego de los pasos de pisos.

(c) **Otros Alambrados Dentro de Edificios** Los cables instalados en lugares en edificios diferentes a los cubiertos en los incisos (a) y (b) arriba, deben ser tipo CATV.

Excepción -No. 1 El cable tipo CATVX confinado en canalización.

Excepción -No. 2 El cable tipo CATVX en espacios no confinados, siempre que la longitud expuesta del cable no exceda los 3 m.

Excepción -No. 3 Los cables tipo CATVX de diámetro menor a 9 mm, e instalados en viviendas de una o dos familias.

Excepción -No. 4: Los cables tipo CATVX de diámetro menor a 9 mm e instalados en espacios no confinados en viviendas multifamiliares.

(d) **Sustitución de Cable** Las sustituciones de cables de antena comunitaria de televisión certificados en la Tabla 820-53 están permitidas.

Tabla 820-53 Sustituciones de Cable Coaxial

TIPO DE CABLE	SUSTITUCIONES PERMITIDAS
CATVP	MPP, CMP
CATVR	CATVP, MPP, CMP, MPR, CMR
CATV	CATVP, MPP, CMP, CATVR, MPR, CMR, MPG, MP, CMG, CM
CATVX	CATVP, MPP, CMP, CATVR, MPR, CMR, CATV, MPG, MP, CMG, CM



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
BAJO LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM - 001 - SEMP - 1994
(PARTE 2)**

TEMA:

CAPITULO "IX"

ALUMBRADO PÚBLICO

**EXPOSITOR : ING. ALEX G. RAMÍREZ RIVERO
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 1999**

CAPITULO 9 ALUMBRADO PUBLICO

Este capitulo entrará en vigor seis meses después del día siguiente a su publicación en el Diario Oficial de la Federación. (N.E. fecha de publicación 10 de octubre 1994)

ARTICULO 901. DISPOSICIONES DE CARACTER GENERAL

901-1. Objetivos del alumbrado público

El propósito del alumbrado público es el proporcionar una visión rápida, precisa y confortable durante las horas de la noche. Estas cualidades de visión pueden salvaguardar, facilitar y fomentar el tráfico vehicular y peatonal.

Los principales objetivos de un sistema de alumbrado público son:

- Aumentar la seguridad y la fluidez de la circulación en las vialidades, ayudando a reducir el número de accidentes durante la noche
- Aumentar la seguridad de las personas y sus bienes
- Promover las actividades comerciales e industriales durante las horas de la noche.
- Promover el espíritu de comunidad y su crecimiento
- Ayudar a la protección policiaca

Esta norma establece las necesidades de calidad de iluminación para diferentes tipos de vialidades, áreas de peatones o ciclistas de acuerdo con los requerimientos durante las horas de la noche. Para lograr esto, los niveles de iluminancia deben ser determinados adecuadamente debido a

- La eficiencia visual es muy baja en la noche
- La capacidad de percepción del individuo decrece con la edad.
- Las características de operación del ojo humano varían con las diferentes intensidades de iluminancia

- La percepción varía en función de la velocidad de circulación.

La iluminación nocturna proporciona visibilidad a los usuarios de tres formas:

- a).- El sistema de iluminación propia de la vialidad
- b).- De las fuentes de luz ajenas a la vialidad
- c).- Del sistema propio de los automóviles

La oscuridad ocasiona accidentes a los usuarios de las vialidades en relación de aproximadamente tres veces más que durante el día. Algunos factores que interactúan con las reducidas condiciones de visibilidad durante la noche son los siguientes.

- Deslumbramiento debido a luces extrañas en el entorno
- Falta de señalización
- Mal uso de las luces vehiculares defectuosas inadecuadas o en mal estado
- Incremento de la fatiga del conductor
- Uso del alcohol o drogas
- Decremento de la capacidad visual (percepción, adaptación, acomodación y deslumbramiento) particularmente en conductores de avanzada edad

901-2. Antecedentes para los criterios de diseño

Los criterios para el diseño de la iluminación de vialidades se han basado en el concepto de iluminancia horizontal. Sin embargo, el criterio de cálculo de la luminancia del pavimento y el deslumbramiento perturbado proporcionan una mejor correlación con la orientación visual

debido a la calidad de la iluminación de la vialidad.

Esta norma establece los valores de luminancia de pavimento, deslumbramiento perturbador, e iluminancia.

La luminancia de pavimento es determinada por la localización del observador, la cantidad de luz que incide en el pavimento, su incidencia relativa y las características de reflexión del mismo.

La iluminancia horizontal es una función sólomente de la cantidad de luz que llega a varias partes de la superficie y sobre la dirección vertical del haz de luz. No depende sólomente de la dirección lateral o de las características de reflectancia del pavimento, sino varia también de acuerdo a la geometría y a las características de reflectancia del luminario que puede causar una amplia variación en la percepción de brillantez del pavimento, que no se contempla en el uso del criterio de iluminancia:

El deslumbramiento perturbador proporciona información y mide el efecto del brillo como un porcentaje de la luminancia del promedio total

La iluminancia es la base primordial de esta norma, pero el criterio de luminancia es aceptable y está incluido como una alternativa

901-3. Criterios de calidad en el alumbrado público

Las necesidades fundamentales pueden expresarse en términos de percepción visual, a partir de esta necesidad se establecen los criterios fundamentales de calidad en el alumbrado público.

1.- Es la relativa habilidad de los sistemas de iluminación de proporcionar las diferencias de contraste que permitan que el usuario pueda detectar y/o reconocer en forma mas rápida, precisa y confortable los detalles principales para la tarea visual

2.- Para producir mejor calidad de iluminación, deben considerarse los factores siguientes que se interrelacionan

- Los deslumbramientos molestos y perturbadores deben ser reducidos al mínimo
- El brillo reflejado especular debe permitir una diferencia de contraste
- Un cambio de luminancia del pavimento cambiará los contrastes
- La uniformidad de luminancia del pavimento y otras areas del entorno y la uniformidad de luminancia horizontal y vertical

3.- En algunos casos los cambios encaminados a optimizar un factor relacionado a la calidad pueden afectar adversamente a otros factores y en consecuencia la calidad total de la resultante de la instalacion puede verse disminuida. Con el objeto de lograr un apropiado balance entre estos factores esta norma proporciona recomendaciones y definiciones que cubren los siguientes aspectos

- a).-Distribucion de luz del luminario en relación a su distribución vertical , lateral y al control vertical
- b).-Altura de montaje como una funcion de la maxima potencia en candelas
- c).-Luminancia minima en cualquier punto de la vialidad relacionada a los valores promedio así como a la relacion de maxima a minima
- d).-Localizacion de los luminarios en relacion a los elementos de la vialidad

4).-En un sistema de iluminacion debe considerarse el consumo de energia del sistema luminario lampara - balastro

ARTICULO 902. DEFINICIONES

Acomodación:Proceso por el cual el ojo humano modifica espontáneamente la distancia focal para asegurar una clara imagen de los objetos a diferentes distancias

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Adaptación: Proceso por el cual el ojo humano es capaz de procesar información dentro de un amplio rango de niveles de luminancia.

Coefficiente de luminancia (q): Es la relación entre la luminancia en un punto determinado y la iluminancia horizontal en el mismo punto.

$$q = \frac{L}{E}$$

Confort visual: Se refiere al grado de satisfacción visual producido por el entorno luminoso.

Curva de distribución de intensidad: (Denominada comúnmente isocandela).

Curva fotométrica: generalmente en coordenadas polares, que representa la intensidad luminosa, en un plano que pasa por el eje de la fuente, en función del ángulo formado por el vector de la intensidad con una dirección dada.

Curva isolux: (curva iso-iluminación). Lugar geométrico de los puntos de una superficie que tienen igual iluminancia

Deslumbramiento: Es la condición de visión en la cual existe incomodidad o disminución en la capacidad para distinguir objetos, o ambas cosas a la vez, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancias, o como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio o en el tiempo

Deslumbramiento cegador: Deslumbramiento tan intenso que no puede verse ningún objeto durante un tiempo apreciable.

Deslumbramiento directo: Deslumbramiento debido a un objeto luminoso situado en la misma o casi misma dirección que el objeto a percibir

Deslumbramiento incómodo: Deslumbramiento que produce una sensación desagradable sin empeorar la visión de los objetos

Deslumbramiento indirecto: Deslumbramiento debido a un objeto luminoso situado en la misma o casi en la misma dirección que el objeto a percibir

Deslumbramiento perturbador: Deslumbramiento que empeora la visión sin causar necesariamente una sensación desagradable.

Deslumbramiento por reflexión: Deslumbramiento producido por la reflexión especular de la luz de una fuente particularmente cuando la superficie donde se refleja es aquella que se observa, o esta situada en sus inmediaciones.

Eficacia luminosa de una fuente: (). Es la relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente y la potencia total consumida, expresada en Lumens por watt (Lm/w), SIMBOLO: η (N.E. Se supone que este símbolo deberla ser " ")

Factor de balastro: Es la razón de Watts de lámpara medidos sobre Watts de lámpara-luminario

Factor de mantenimiento o conservación: Es la relación entre la iluminancia media en el plano de trabajo después de que una instalación de alumbrado ha estado en uso durante un periodo específico y la iluminancia media de una instalación nueva en las mismas condiciones.

Factor de uniformidad global de luminancia (u₀): es igual al cociente de la luminancia mínima de un determinado tramo de la vialidad a la luminancia media de la misma.

$$U_0 = \frac{L_{\min}}{L_{\text{med}}}$$

Factor de uniformidad longitudinal (u_l): es igual al cociente de la luminancia mínima a la máxima a lo largo de una línea paralela al eje de la vialidad pasando por la posición del observador

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

$$UL = \frac{L \text{ min}}{L \text{ max}}$$

Factor de utilización: (para una superficie dada)

Es la relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie dada y el flujo emitido por las lámparas.

Flujo luminoso: ϕ

Es la cantidad de flujo de energía luminosa por unidad de tiempo, expresada en Lumens (Lm).

Flujo luminoso inicial de una lámpara: Es el flujo luminoso que emite una lámpara después de transcurridas las horas de envejecimiento especificadas según el tipo. Se expresa en lumens (lm)

Iluminancia o iluminación. (E): Es la relación del flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área de la misma, expresada en Lux (Lumen/metro cuadrado)

$$Em = \frac{\phi}{A}$$

Índice de rendimiento de color: Es la medición del grado del cambio de color de los objetos cuando son iluminados por una fuente luminosa respecto al color de aquellos mismos objetos cuando son iluminados por una fuente de referencia de temperatura de color comparable

Intensidad luminosa (en un punto de una superficie y en una dirección (I): Es la densidad de flujo luminoso en una dirección. Indica la habilidad de una fuente de luz para producir iluminación en una dirección, expresada en candelas (cd).

$$I = \frac{d\phi}{d\Omega}$$

Luz: Es la energía radiante que es capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

La porción visible del espectro electromagnético está comprendido entre 380 y 770 nm

Luminancia en un punto de una superficie y en una dirección (L): Es la relación de la intensidad luminosa en la dirección dada de un elemento infinitesimal de superficie que contiene al punto considerado y el área del elemento proyectado ortogonalmente sobre un plano perpendicular a la dirección considerada, expresada en candelas por metro cuadrado

$$L = \frac{I}{S \cos \alpha}$$

Luminario para alumbrado público: Dispositivo que distribuye, filtra o controla la radiación luminosa emitida por una o varias lámparas y que contiene todos los accesorios necesarios para fijar, sostener y proteger las mismas y conectarlas al circuito de alimentación

Potencia de un ensamble (lámpara y accesorios): Es la potencia total en relación a la tensión nominal que consumen la lámpara y sus accesorios en funcionamiento normal (Deben de considerarse las pérdidas propias de los balastros) expresada en watts (W).

Potencia de una lámpara: Es la potencia que consume la lámpara a la tensión nominal especificada por el fabricante expresada en watts (W).

Proyector. Luminario que concentra la luz en un ángulo sólido determinado, por medio de un sistema óptico (espejos o lentes) para conseguir una intensidad luminosa elevada

Radiación: Es la emisión o transferencia de energía en forma de ondas electromagnéticas o

partículas.

Rendimiento normalizado de un luminario: Llamado también factor de eficiencia o rendimiento óptico de un luminario. Es la relación entre el flujo emitido por el luminario, medido bajo condiciones específicas y la suma de los flujos individuales de las lámparas colocadas en el mismo..

Temperatura de color: Es el término que se utiliza para describir el color aparente de una fuente luminosa, y se expresa en grados kelvin (K).

Tensión nominal de una lámpara: Es la tensión que debe aplicarse a la lámpara para que sus características de funcionamiento sean las que especifica el fabricante, se expresa en volts (v)

Uniformidad de iluminancia: Es la razón entre el valor del nivel de iluminancia promedio y el nivel mínimo de iluminancia en un tramo de la vialidad

$$E_0 = \frac{E_{pro}}{E_{min}}$$

Vida nominal promedio de una lámpara: Es el número de horas transcurridas de un número determinado de lámparas en condiciones de laboratorio, desde su instalación hasta que el 50% de las mismas quedan fuera de operación. Las lámparas que muestren una marcada reducción en la producción luminosa, pueden considerarse como lámparas falladas

Vida útil de una lámpara: Es el número de horas durante las cuales las lámparas funcionando a su tensión nominal, conservan por término medio, un flujo luminoso igual o superior a un porcentaje determinado del flujo luminoso inicial

ARTICULO 903. NIVELES DE LUMINANCIA E ILUMINANCIA

903-1. Deslumbramiento (brillo).

El deslumbramiento se produce cuando dentro del campo visual existen fuentes luminosas molestas que provocan una perturbación de las condiciones de visión que se traducen en molestia o en una reducción de la aptitud para distinguir los objetos

El deslumbramiento depende de la luminancia del luminario, de sus dimensiones, de la posición dentro del campo visual y de la relación entre su luminancia y la luminancia del entorno. Así mismo del aumento de la potencia de la lámpara y de la desviación angular entre la dirección de la visión y el luminario

El deslumbramiento (brillo) se divide principalmente en dos componentes

- Deslumbramiento perturbador
- Deslumbramiento incómodo o molesto

Deslumbramiento perturbador

El deslumbramiento perturbador es motivado por la luz de las fuentes que aparecen en dirección de la retina ocasionando que un velo brillante se sobreponga a la imagen nítida, provocando pérdida en el rendimiento visual

Debido a que el deslumbramiento perturbador no puede eliminarse completamente, se recomienda que la suma de las luminancias L_v de todos los luminarios del sistema de iluminación cuando son vistos desde la posición del observador, no excedan los valores indicados en la Sección 904-6

La luminancia equivalente de velo y el estado de adaptación del ojo, que para el alumbrado de vialidades está determinado principalmente por la luminancia media de la calzada L_{prom} , juegan un papel combinado en el rendimiento visual deficiente provocado por el

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

deslumbramiento.

Deslumbramiento molesto

El deslumbramiento molesto no reduce la habilidad para ver un objeto, pero produce una sensación de incomodidad ocular.

El deslumbramiento molesto al igual que el deslumbramiento perturbador están relacionados al flujo luminoso producido, tamaño de la fuente, ángulo de desplazamiento de la fuente, iluminancia en el ojo, nivel de adaptación, luminancia del entorno, tiempo de exposición y movimiento. Todos estos factores afectan en forma diferente y únicamente la iluminancia en el ojo y el ángulo de incidencia del flujo son comunes para ambos casos.

Uniformidad de luminancia e iluminancia de la vialidad.

Los valores de luminancia e iluminancia deben cumplir con lo especificado en las tablas 904.6(a) y (b) Sección 904-6.

Los factores que se deben considerar con respecto a la relación del espaciamiento y altura de montaje y que influyen en la relación de uniformidad son: la potencia y tipo de lámpara y su posición con respecto al reflector, la posición transversal del luminario, la altura de montaje y el ángulo de inclinación del luminario.

Contraste.

El contraste, es una de las características sobre la cual depende el comportamiento visual.

El contraste se puede definir simplemente como la diferencia de brillantez de un objeto (más o menos brillante) en comparación con el entorno sobre el cual se está observando.

Reflectancia del pavimento

Para el cálculo de la luminancia de la superficie de una vialidad es indispensable conocer acerca de sus características reflectivas.

Para el propósito de esta norma las características de reflectancia del pavimento se indican las establecidas en la tabla 903.1.

Tabla 903.1.-Clasificación de las superficies de la vialidad

Clase	Qo	Descripción	Tipo de reflectancia
R1	0.10	Superficie de concreto cemento portland superficie de asfalto difuso con un mínimo de 15% de agregados brillantes artificiales	Casi difuso
R2	0.07	Superficie de asfalto con un agregado compuesto de un mínimo de 60% de grava (Tamaño mayor de 10mm) Superficie de asfalto con 10 a 15% abrillantador artificial en la mezcla agregada	Mezclado (difuso y y especular)
R3	0.07	Superficie de asfalto irregular y recubrimiento sellado con agregados oscuros (roca roca volcánica) textura rugosa después de algunos meses de uso (Típico de autopistas)	Ligeramente especular
R4	0.06	Superficie de asfalto con textura muy tersa	Muy especular

Nota: Qo Representa el coeficiente de luminancia media

ARTICULO 904. SISTEMAS DE ALUMBRADO PUBLICO.

904-1. Clasificación de vialidades

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- **Generalidades.**

El nivel de iluminancia o luminancia requerido en una vialidad, se debe seleccionar de acuerdo a la clasificación de la misma, en cuanto a su uso y tipo de zona en la cual se encuentra localizada.

Al proyectar una zona debe definirse:

- Las zonas o calles en las que los niveles serán máximos
- Las zonas o calles en las que los niveles serán mínimos
- Las categorías intermedias

- **Clasificación de vías públicas (según su uso).**

La vía pública se integra de un conjunto de elementos cuya función es permitir el tránsito de vehículos, ciclistas y peatones, así como facilitar la comunicación entre las diferentes áreas o zonas de actividad. Las vías públicas se clasifican en:

I.- **Autopista.**- Vialidad con control total de acceso sin cruces a nivel independientemente si se paga o no peaje.

II.- **Carretera** - Vialidad que interconecta dos poblaciones, con cruces a nivel, independientemente si se paga o no peaje.

III.- **Vías primarias** - Corresponden a la parte del sistema vial que sirve como red principal del flujo de tráfico. Estas vialidades conectan áreas de generación de tráfico y accesos carreteros:

a).-Vías de acceso controlado

- 1) anular o periférica
- 2) radial
- 3) viaducto

b).-Vías principales

- 1) eje vial
- 2) avenida
- 3) paseo
- 4) calzada
- 5) boulevard

IV.- **Vías secundarias** - Vialidades usadas fundamentalmente para acceso directo a zonas residenciales, comerciales, industriales y casas de campo. Caminos locales de gran longitud generalmente divididos en cortas secciones por el sistema de vías de tráfico intenso:

a) Calle colectoras

b) calle local

- 1) residencial
- 2) industrial

c) callejón

d) callejuela

e) rinconada

f) cerrada

g) privada

h) terracería

i) calle peatonal

j) pasaje

k) andador

V.- **Ciclistas.**- Cualquier camino, calle o trayectoria, la cual específicamente es

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

designada para viajar en bicicleta o compartida con otro medio de transporte

VI.- Áreas de transferencia - Son las áreas públicas donde confluyen diferentes tipos de vialidades, tales como

- a) Estacionamiento y lugares de resguardo para bicicletas
- b) Terminales urbanas, suburbanas y foráneas. Sistemas de transporte colectivo
- c) Paraderos
- d) Otras estaciones

- **Clasificación de áreas.** (Considerando el uso del terreno)

I).- **Comercial.** - Área de negocios de una población o ciudad donde generalmente existe una gran cantidad de peatones durante las horas de la noche

II).- **Intermedia.** - Estas áreas se caracterizan por un tráfico de peatones moderado durante las horas de la noche

III).- **Residencial** - Un desarrollo residencial o una mezcla de residencias y pequeños establecimientos comerciales

IV).- **Uso específico** - Tales como área de oficinas, clubes deportivos o parques industriales

904-2. Clasificación de materiales

En la configuración de todo sistema de alumbrado intervienen diferentes materiales, mismos que para su consideración se agrupan conforme a los siguientes elementos:

- Materiales lumínicos
- Materiales eléctricos
- Materiales mecánicos y constructivos

Los materiales utilizados en los sistemas de alumbrado público deben contar con las características necesarias que les permitan garantizar una operación segura y confiable

904-3. Materiales lumínicos

Clasificación de lámparas (ejemplos de los principales tipos en Figura 904 3)

- Incandescentes
- Fluorescentes
- Luz mixta
- Vapor de mercurio
- Aditivos metálicos
- Vapor de sodio de alta presión
- Vapor de sodio de baja presión

Dar doble click para ver imagen

Lámparas incandescentes

El uso y aplicación de las lámparas incandescentes no es recomendable debido a su alto consumo de energía pero se permite en los siguientes casos

- 1.- Iluminación de ornato (Fuentes murales decorativos para efectos festivos, etc.)
- 2.- Iluminación para casos y/o efectos especiales, tales como anuncios públicos de eventos especiales, alumbrado provisional para efectos de seguridad y/o señalización.
- 3.- Semaforos y señalización
- 4.- Alumbrado de emergencia en túneles y pasos a desnivel vehiculares o peatonales que requieren de iluminación locales donde existe la posibilidad de grandes concentraciones de personas y/o lugares bajo techo donde no debe permitirse en caso de fallas de suministro de energía eléctrica quedar sin luz en ningún momento

- **Lámparas fluorescentes**

El uso y aplicación de las lámparas fluorescentes es limitado en el alumbrado de vialidades.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

En algunos casos se permite para iluminación de túneles o pasos vehiculares a desnivel, alumbrado de seguridad o bien para iluminación de equipo de señalización.

- **Lámparas de luz mixta**
Las lámparas de luz mixta se pueden usar en condiciones similares a las lámparas incandescentes
- **Lámparas de vapor de mercurio**
Las lámparas de vapor de mercurio se pueden usar en forma restringida en áreas jardinadas
- **Lámparas de aditivos metálicos**
La lámpara de aditivos metálicos se recomienda en aquellas instalaciones donde se requiere hacer juicio de colores como son:
Estacionamientos, fachadas, carteleras, monumentos, áreas deportivas, etc.
- **Lámparas de vapor de sodio de alta presión.**
La principal aplicación de las lámparas de vapor de sodio de alta presión es en el alumbrado público.
- **Lámparas de vapor de sodio de baja presión.**
Se permite cuando la percepción de contrastes es primordial, y no es importante la reproducción correcta de los colores, como por ejemplo en autopistas, puertos y zonas de clasificación en ferrocarriles
El uso y aplicación se determinan en función del rendimiento lumínico, vida útil, rendimiento de color y cromaticidad, resistencia a las variaciones de tensión, costo de las mismas y consumo de energía
- **Luminarios.**
El luminario es un dispositivo que distribuye, filtra o transforma la radiación luminosa emitida por una o varias lámparas y que contiene todos los elementos necesarios para fijar, sostener y proteger las mismas y conectarlas al circuito de alimentación. En la figura 904 3a se muestra un luminario típico y sus componentes
- **Clasificación de luminarios**
La clasificación de la distribución de luz debe hacerse en base a las curvas isocandelas, como se indica en las figuras 904 3ab y 904 3ac
Los luminarios se clasifican de acuerdo a su distribución en vertical, lateral y por su control vertical de distribución de luz
 - a).- **Distribución de iluminación vertical**
 - 1).- **Distribución corta** - Un luminario se clasifica como de distribución corta, cuando la localización del punto de máxima candela se sitúa entre 1.0 y 2.25 veces la distancia transversal entre la altura de montaje.
Dar doble click para ver Imagen
 - 2).- **Distribución media** - Un luminario se clasifica como de distribución media, cuando la localización del punto de máxima candela se sitúa entre 2.25 y 3.75 veces la distancia transversal entre la altura de montaje
 - 3).- **Distribución larga** - Un luminario se clasifica como de distribución larga, cuando la localización del punto de máxima candela se sitúa entre 3.75 y 6.0 veces la distancia transversal entre la altura de montaje
Dar doble click para ver Imagen
Dar doble click para ver Imagen
 - b).- **Distribución de iluminación lateral**
La clasificación de los luminarios en cuanto a su distribución lateral, se determina de acuerdo a la localización de la mitad de la línea de máxima candela en el diagrama isocandela y su

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

posición relativa a la línea especificada longitudinal a la calle (Irl). Esta clasificación no se aplica para el tipo de curva V.

- **Tipo I.-** La mitad de la línea de máxima candela entre el área de ambos lados de la línea de referencia (Irl= 0 AM) y permanece entre el área con relación a Irl = 1.0 AM. En ambos lados de la casa y de calle en la zona transversal de máxima candela.
 - **Tipo II.-** La mitad de la línea de máxima candela no cruza la línea Irl = 1.75 AM sobre el lado de la calle en la zona transversal de máxima candela.
 - **Tipo III.-** La mitad de la línea de máxima candela en el área comprendida de Irl = 1.75 AM a Irl = 2.75 AM sobre el lado de la calle en la zona transversal de máxima candela
 - **Tipo IV.-** La mitad de la línea transversal cruza a Irl = 2.75 AM en la zona transversal de máxima candela
 - **Tipo V.-** Cuando tiene la forma de un círculo simétrico de la distribución de candela y es esencialmente igual en todos los ángulos laterales
- Dentro de la clasificación de los luminarios del tipo I y II, existen variaciones cuando se produce distribución de luz en cuatro direcciones.

Nota: AM - altura de montaje

c).-Control vertical de distribución de luz

La clasificación se basa principalmente en el control vertical y se encuentra tabulada a continuación:

Tabla 904.1 Definición de los tipos de distribución de intensidad luminosa para el alumbrado de vías públicas.

	Máximo valor permitido de la intensidad emitida a un ángulo de elevación de		Dirección de intensidad max. inferior a
	80°	90°	
Haz cortado	30 cd 1000 lm	10 cd 1000 lm *	65°
Haz semi cortado	100 cd 1000 lm	50 cd 1000 lm *	75°
Haz no cortado	cualquiera	*	

* hasta un valor máximo de 1000 cd

Recientemente se ha establecido una nueva clasificación que considera los parámetros siguientes

- Alcance

Esta definido por el ángulo de elevación (medido desde el nadir hacia arriba) del centro del haz max. Es el ángulo medio entre los dos ángulos de elevación del 90% de I_{max}. Del plano que pasa al máximo como se muestra en la figura 904.3c

Dar doble click para ver Imagen

Figura 904.3c.-Alcance

Curva polar de intensidad en el plano de intensidad luminosa máxima, con indicación del ángulo max

Para determinar el alcance del luminario

Se definen tres grados de alcance que son

- max < 60° ALCANCE CORTO
- 60° ≤ · max ≤ 70° ALCANCE MEDIO
- max > 70° ALCANCE LARGO

-Dispersion

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Está definida por la posición de la línea que, siendo paralela al eje de la vialidad, es tangente al contorno de la curva 90% de I_{max} . En la vialidad de las dos líneas que aparecen normalmente, la más alejada del luminario es la que se considera. La posición de esta línea se representa por el ángulo como se indica en la figura 904.3 d.

Dar doble click para ver Imagen

Diagrama isocandela relativo proyectado en la vialidad que incluye una indicación del ángulo γ y 90° para determinación de la dispersión.

Los tres grados de dispersión se definen de la siguiente manera:

- γ y 90° máx $< 45^\circ$ DISPERSION ESTRECHA
- $45^\circ \leq \gamma$ y 90° máx $\leq 55^\circ$ DISPERSION MEDIA
- γ y 90° máx $> 55^\circ$ DISPERSION ANCHA

Tanto el alcance como la dispersión de un luminario pueden determinarse fácilmente a partir del diagrama de intensidad del luminario en proyección azimutal. Este método se muestra en la Figura 904 3e.

Dar doble click para ver Imagen

Figura 904.3e Diagrama de intensidad de luminario en proyección azimutal

Diagrama isocandela relativo en proyección azimutal (sinusoidal), con indicación de los ángulos γ máx y γ 90° para la determinación y la dispersión

-Control (en) En el Apéndice se muestra esta sección reescrita

Está definido por el índice específico del luminario. Denominado **SLI**. El índice específico del luminario es parte del índice de deslumbramiento, que está determinado únicamente por las propiedades del luminario

$$SLI = 13.84 - 3.31 \log |80| + 1.3 \log (|80|/0.5) - 0.08 \log |80|/88 + 1.29 \log F + C$$

Siendo

|80|: La intensidad luminosa para un ángulo de elevación de 80, en un plano paralelo al eje de la vialidad (cd)

|80|/|88|: Razón entre las intensidades luminosas para 80 y 88 (razón de retroceso).

F: Superficie aparente del área del luminario visto bajo un ángulo de 76° (en m^2)

C: Factor cromático, dependiendo del tipo de lámpara

- Sodio baja presión + 0.4
- Otros tipos 0

También para el control se definen tres grados

- $sli < 2$ control limitado
- $2 \leq sli \leq 4$ control moderado
- $sli > 4$ control intenso

Las definiciones anteriores se resumen en la Tabla 904.2

Tabla 904.2 Sistema de clasificación para las propiedades fotométricas de los luminarios

Alcance	Dispersión	Control
corto $\gamma < 60^\circ$	estrecha γ y $90^\circ < 45^\circ$	limitado $sli < 2$
intermedio $60^\circ \leq \gamma \leq 70^\circ$	media $45^\circ \leq \gamma$ y $90^\circ \leq 55^\circ$	moderado $2 \leq sli \leq 4$
largo $\gamma > 70^\circ$	ancha γ y $90^\circ > 55^\circ$	intenso $sli > 4$

Cualquier tipo de luminario debe satisfacer los objetivos siguientes

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- 1- **Distribuir** el flujo luminoso emitido por la lámpara de tal forma que se obtenga la distribución deseada, asegurando que las lámparas mantengan las características de flujo, duración, intensidad y tensión cercanas a las características nominales.
- 2- **Controlar** el flujo luminoso para evitar toda molestia visual a los usuarios y con esto obtener el máximo confort visual.
- 3- **Tener las características eléctricas y mecánicas** de acuerdo a su propio uso, en particular las que permitan la seguridad de las personas tanto usuarios como de mantenimiento.
- 4- **Proteger** y mantener en condiciones óptimas las lámparas, dispositivos ópticos y eléctricos contra la acción de la intemperie o de agentes del medio ambiente para evitar perjudicar su eficiencia luminosa

Los luminarios para iluminación exterior, deben de cumplir con las normas técnicas que regulan las características mecánicas y eléctricas de los elementos que la constituyen. Para tal efecto se deben efectuar pruebas de los diferentes parámetros en laboratorios acreditados.

Elementos determinantes para la selección del luminario

Para la selección de luminarios se deben definir y/o satisfacer las siguientes condiciones

a).- **Técnicas**

- 1.- Necesidad o no de usar un luminario cerrado.

b).- **Ópticas**

- 1.- Tipo y potencia de la lámpara
- 2.- Distribución del flujo luminoso
- 3.- Factor de utilización
- 4.- Clase y comportamiento de los dispositivos ópticos
- 5.- Mantenimiento de las características ópticas

c).- **Eléctricas y térmicas**

- 1.- Temperaturas de operación del balastro y lámpara
- 2.- Calidad y seguridad de los contactos
- 3.- Calidad del balastro y lámpara

El flujo luminoso de las lámparas es la base del sistema de iluminación, establecido en esta Norma las condiciones para el balastro (92.5% bf) se determinan en la siguiente tabla

Potencia nominal típica	Flujo nominal	Eficacia nominal
70	6300	83.25
100	9500	87.88
150	16000	98.67
200	22000	101.75
250	28000	103.60
400	50000	125.00
1000	140000	140.00

Los valores del flujo nominal se refieren únicamente a las lámparas de acabado claro

- 4 - Materiales aislantes y conductores eléctricos que soporten altas temperaturas

d).- **Mecánicas**

- 1.- Dimensiones del luminario

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- 2.- Calidad y tipo de materiales de construcción.
 - 3.- Rigidez y robustez del cuerpo del luminario.
 - 4.- Elementos de fijación.
 - 5.- Simplicidad y seguridad de los elementos del porta-lámpara (diferentes posiciones).
 - 6.- Protección de la lámpara y accesorios.
 - 7.- Resistencia a la corrosión y vibraciones.
- e).- Operativas.
- 1.- Fácil reemplazo de la lámpara y balastro.
 - 2.- Facilidad de limpieza y mantenimiento.

Los luminarios y sus componentes deben de cumplir con las normas de calidad que se especifican en las normas de producto correspondientes y pruebas de calidad de laboratorio.

Los luminarios deben cumplir como mínimo con los coeficientes de utilización lado calle de acuerdo a los valores siguientes

Tipo	Relación de distancia transversal a altura de montaje	Curvas	
		I II	III IV
Haz cortado	1	0.36	0.32
	2	0.44	0.39
Haz semicortado	1	0.36	0.32
	2	0.44	0.39
Haz no cortado	1	0.30	0.29
	2	0.40	0.38

El balastro debe cumplir con la Norma Mexicana vigente, de alto factor de potencia y bajas pérdidas de acuerdo a los valores que siguen:

Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto balastro-lámpara (W)	Pérdidas máximas (W)	% de pérdidas máximas
70	90	20	28.5
100	125	25	25
150	174	24	16
200	236	36	16
250	290	40	16
310	350.6	49.6	16
400	464	64	16

Los porcentajes se relacionan a la potencia nominal de la lámpara

904-4. Materiales eléctricos.

Balastos

El balastro es un dispositivo que por medio de inductancias, capacitancias o resistencias, solas o en combinación limita la corriente de la lámpara al valor requerido para su operación correcta y proporciona la tensión y corriente de arranque

Todas las lámparas de descarga de alta intensidad requieren de balastro

Clasificación de balastos

Balastros en atraso

- a).- **Balastro tipo serie**.- En éste, la corriente va atrasada respecto a la tensión.
- Se utiliza para lámparas cuya tensión de encendido es menor que la tensión de línea.
 - Normalmente es de bajo factor de potencia y si se requiere un alto factor, se agrega un capacitor en paralelo con la línea
 - La corriente de encendido es mayor que la corriente nominal de operación, por lo que debe tomarse esto en cuenta para el cálculo de las protecciones del circuito.
 - La tensión de extinción es alta provocando que se apague la lámpara si existen fuertes variaciones en la tensión de línea
 - Regulación: (Para lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos) con una variación de $\pm 5\%$ de tensión de línea se tiene $\pm 12\%$ de variación de potencia (w) de lámpara
- b).- **Autotransformador alta reactancia**.- Es un autotransformador que utiliza un acoplamiento magnético entre la bobina primaria y secundaria para controlar la reactancia. Este circuito tiene características de operación similares a las de un balastro tipo reactor pero por medio de un autotransformador eleva o disminuye a la tensión necesaria para operar una lámpara de descarga de alta intensidad
- c).- **Autotransformador autoregulado**.- (Autotransformador de potencia constante). Es un circuito que debe ser de alto factor de potencia y cuenta con un capacitor en serie con la lámpara que nos proporciona una mejor regulación que los circuitos tipo Reactor y Alta Reactancia
- Regulación (para lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos) con una variación de $\pm 10\%$ de tensión de línea se tiene $\pm 5\%$ de potencia (W) de lámpara.
 - Su corriente de encendido o arranque es menor que la corriente nominal de operación
 - Su tensión de extinción es menor que en los circuitos en atraso
- d).- **Transformadores de potencia constante**.- En este tipo de balastro no existe conexión eléctrica entre el primario y el secundario
- Regulación (para lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos), con una variación de $\pm 13\%$ de tensión de línea se tiene $\pm 2\%$ de variación de potencia (watts) de lámpara
 - Su principal característica es que no existe conexión entre el primario y el secundario.
 - La ventaja que se deriva de esta condición es la seguridad del usuario

La corriente de línea durante el encendido es menor que la corriente nominal de operación.

La tensión de extinción es tan baja que prácticamente no existen problemas de lámparas apagadas por variaciones severas de la tensión de línea

Balastros para lámparas de vapor de sodio de alta presión

La lámpara de vapor de sodio de alta presión debido a su construcción, el balastro requiere de un circuito auxiliar que genera pulsos de arranque de aproximadamente 2500 a 4000 V pico. Con el único objetivo de encender la lámpara. Este dispositivo denominado ignitor está constituido de elementos semiconductores y está conectado al circuito

En el caso específico de balastros para lámpara de vapor de sodio de alta presión, la regulación no se especifica por un simple porcentaje debido a que la tensión en el tubo de descarga se incrementa durante la operación de la lámpara, por lo tanto para mantener la potencia de la lámpara dentro de sus límites de operación a una tensión nominal es necesario que el balastro compense dicho aumento en la tensión de operación de la lámpara

Consecuentemente existen límites que restringen la operación de la lámpara y del balastro en este tipo de sistemas dichos límites reciben el nombre de trapezorde

Los circuitos utilizados en los balastros para lámparas de vapor de sodio de alta presión son

los siguientes:

- Circuito en atraso
- Circuito en adelanto - regulado
- Circuito en atraso - regulado
- Circuito Híbrido.
- Circuito Electrónico

Los balastos para lámparas de vapor de sodio de alta presión, independientemente del circuito que utilicen, deben de cumplir con un factor de balastro mínimo de 92.5% además de mantener las curvas características del balastro dentro del trapecoide y deberán de tener unas pérdidas máximas de 16% para potencias mayores de 100 watts y 25% para potencias menores de 100 watts

Dispositivos de control

Fotocontroles

Dispositivos eléctricos diseñados para abrir o cerrar automáticamente un circuito eléctrico, con el propósito de encender una o varias lámparas al disminuir la intensidad de la luz del día y apagarlas al amanecer

Aplicación

A).- Para control de una sola lámpara

B).- Para control de varias lámparas cuando estas se encuentran en un mismo circuito

C).- Para el control de circuitos de alumbrado a través de un conjunto relevador-contactador

En los dos primeros casos se debe asegurar que la capacidad de las lámparas no excedan la capacidad permisible para la interrupción de la corriente máxima permitida por el elemento interruptor del fotocontrol.

Controles Temporizados

Para el caso de ciertas instalaciones tales como parques, estacionamientos, anuncios luminosos etc se deben emplear controles programables en el sitio para encender y apagar a determinadas horas con recuperador automático en caso de falla en la alimentación eléctrica y considerar para su correcta operación la orientación, tensión de diseño y mantenimiento adecuado

Las combinaciones de alumbrado se utilizan para el control de circuitos múltiples con dos o mas luminarios por circuito

904-5. Materiales mecánicos y constructivos.

Soportes

Los luminarios para alumbrado público se instalan sobre soportes, por medio de ménsulas o arbotantes (postes) de lamina de acero aluminio u otros materiales en forma circular, octagonal cuadrado recto o de concreto

Un arbotante para alumbrado público debe de cumplir los siguientes requisitos

- Resistir los esfuerzos debido al viento y a los choques normales
- Resistir los efectos de la intemperie y la corrosión
- Ofrecer un alojamiento y facil acceso a los dispositivos auxiliares que deben instalarse.
- Requerir el mínimo de acciones de mantenimiento
- Que armonice con el entorno urbano

904-6. Consideraciones para el diseño de alumbrado público

904-6.1. Introducción

Los sistemas de iluminación para alumbrado publico deben de cumplir con las necesidades visuales de trafico nocturno ya sea vehicular o peatonal, tomando en consideración la clasificacion de la vialidad según su uso

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Las necesidades visuales del entorno a lo largo de la vialidad se describen en términos de la luminancia de pavimento, uniformidad de luminancia y el deslumbramiento producido por la fuente de luz. Así en la tabla 904.6a se indican los valores de luminancia recomendados para el diseño, así como, la uniformidad y la relación entre la luminancia promedio (Lpro) y la luminancia indirecta (Lv)

Las necesidades visuales a lo largo de la vialidad pueden también satisfacerse utilizando el criterio de iluminancia. En la tabla 904.6 parte(b) Se indican los valores de iluminancia recomendados para el diseño, considerando las diferentes características de reflectancia del pavimento

Tabla 904.6. Valores Minimos Mantenidos De Luminancia e Iluminancia Para Iluminacion De Vialidades.

(a) VALORES MANTENIDOS DE LUMINANCIA

CLASIFICACION DE AREAS Y VIALIDADES	PROMEDIO DE LUMINANCIA L(pro) (cd/m ²)	UNIFORMIDAD DE LUMINANCIA		RELACION DE DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR
		Lpro a Lmin	Lmax a Lmin	(MAXIMO) Lv a Lpro
AUTOPISTAS Y CARRETERAS	0.4	3.5 a 1	6 a 1	0.3 a 1
VIAS DE ACCESO CONTROLADO EN ZONA	COMERCIAL 1.0	3 a 1	5 a 1	0.3 a 1
	INTERMEDIA 0.8	3 a 1	5 a 1	
	RESIDENCIAL 0.6	3.5 a 1	6 a 1	
VIAS PRINCIPALES	COMERCIAL 0.8	3 a 1	5 a 1	0.4 a 1
	INTERMEDIA 0.6	4 a 1	6 a 1	
	RESIDENCIAL 0.4		8 a 1	
VIAS SECUNDARIAS	COMERCIAL 0.6	6 a 1	10 a 1	0.4 a 1
	INTERMEDIA 0.5	6 a 1	10 a 1	
	RESIDENCIAL 0.3	6 a 1	10 a 1	

Tabla 904.6. Valores Minimos Mantenidos De Luminancia e Iluminancia Para Iluminacion De Vialidades.

(b) VALORES MINIMOS MANTENIDOS DE ILUMINANCIA (Epro) EN LUX.

CLASIFICACION Y VIALIDADES	DE AREAS	CLASIFICACION DE PAVIMENTO			UNIFORMIDAD ILUMINANCIA
		R1	R2 Y R3	R4	(Epro a Emin)
AUTOPISTAS Y CARRETERAS		4	6	5	3 a 1
VIAS DE ACCESO CONTROLADO EN ZONA	COMERCIAL	10	14	13	3 a 1
	INTERMEDIA	8	12	10	
	RESIDENCIAL	6	9	8	

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

VIAS PRINCIPALES	COMERCIAL	8	12	10	4 a 1
	INTERMEDIA	6	9	8	
	RESIDENCIAL	4	6	5	
VIAS SECUNDARIAS	COMERCIAL	6	9	8	6 a 1
	INTERMEDIA	5	7	6	
	RESIDENCIAL	3	4	4	

Notas:

Lv = luminancia indirecta

- 1.- La relación entre los valores de luminancia e iluminancia se derivan de las condiciones generales para pavimentos secos y vialidades rectas. Esta relación no se aplica a los promedios.
- 2.- Para autopistas con doble cuerpo (doble vialidad) donde el sistema de iluminación puede diferir de uno a otro, los cálculos deben realizarse para cada vialidad en forma independiente.
- 3.- Para autopistas, los valores mínimos se aplican tanto para la vialidad principal como para las rampas de acceso.
- 4.- Las tablas anteriores no se aplican a sistemas de iluminación en base a superpostes. Alturas de montaje mayores a 20 m.

En el caso de diseño de iluminación utilizando superpostes para aceras y ciclistas, los niveles de iluminancia mínimos se indican en las tablas siguientes:

Tabla 904.6.1 Niveles De Diseño Mínimos Mantenedos De Iluminancia para Instalaciones con Superpostes.

CLASIFICACION DE VIALIDADES	ILUMINANCIA HORIZONTAL (Epro) EN LUX.		
	AREA COMERCIAL	AREA INTERMEDIA	AREA RESIDENCIAL
AUTOPISTAS Y CARRETERAS	6	6	6
VIAS DE ACCESO CONTROLADO	10	8	6
VIAS PRINCIPALES	12	9	6
VIAS SECUNDARIAS	8	6	6

Nota 1: Uniformidad mínima de iluminación: 3:1 (promedio a mínimo) para todas las clasificaciones de vialidades a los niveles de iluminancia recomendados anteriormente.

Nota 2: Estos valores de diseño se aplican solamente a la porción de rodamiento de las vialidades. Los intercambios (distribuidores) se analizan individualmente con el propósito de establecer los niveles de iluminancia y uniformidad.

Tabla 904.6.2 Niveles De Iluminancia Recomendados Promedio Mantenedos para Circulacion de Peatones* En Lux.

CLASIFICACION DE ACERAS O	NIVEL HORIZONTAL	NIVEL VERTICAL PROMEDIO PARA

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

ANDADORES Y CICLOPISTAS PEATONAL	MINIMO PROMEDIO (E pro)	SEGURIDAD (E pro)**
ACERAS Y CICLOPISTAS DE LA VIALIDAD		
AREAS COMERCIALES	10	22
AREAS INTERMEDIAS	6	11
AREAS RESIDENCIALES	2	5
ACERAS Y CICLOPISTAS SEPARADAS DE LA VIALIDAD		
ACERAS, CICLOPISTAS Y ESCALERAS	5	5
TUNELES DE PEATONES	43	54

* Los cruces intermedios peatonales a mitad de las calles y las intersecciones deben de calcularse con iluminación adicional

** Para identificación de peatones a una distancia, los valores considerados serán de 1.8 Metros arriba de la acera

Diseño de alumbrado público.

El objetivo de un proyecto de iluminación es determinar la implantación (altura de montaje y espaciamiento) de los luminarios, así como la potencia luminosa requerida que cumpla con las necesidades de la vialidad a iluminar

Los criterios de calidad más importantes para una instalación de alumbrado público desde el punto de vista de rendimiento y comodidad visuales son

a.- Nivel de luminancia.

El nivel de luminancia en la superficie de una vialidad influye sobre la sensibilidad a los contrastes del ojo del conductor y sobre el contraste de los obstáculos en la calzada con respecto a su alrededor tiene por consecuencia, una influencia directa sobre el rendimiento visual de los conductores. Se debe regir por los valores indicados en la tabla 904 6 a

b.- Uniformidad de los niveles de luminancia.

La uniformidad de los niveles de luminancia influye tanto en el rendimiento como en la comodidad visual del conductor. Se debe regir por los valores indicados en la tablas 904 6 a

c.- Eficiencia de la geometría de la instalación para la orientación visual.

Se deben tomar medidas en la geometría de la instalación para que permita una orientación visual al conductor transmitiendo una imagen rápida para que inmediatamente identifique el curso de la vía y particularmente de la dirección que debe seguir a una distancia que dependa del límite de velocidad permitida

Una disposición de luminarios que siga con exactitud la dirección de la vialidad mejora la orientación y contribuye así a la seguridad y conveniencia de sus usuarios. Esto es especialmente importante en el caso de vías que tienen muchas curvas e intersecciones

d.- Eficiencia energética.

Por lo tanto, al proyectar una instalación de alumbrado público hay que pensar en una adecuada orientación del usuario y en especial en las zonas conflictivas donde la orientación puede ser errónea. Los siguientes puntos son de importancia especial:

- - En autopistas con varias calzadas y camellón central se logra una buena orientación visual, adicional a otras ventajas colocando los postes en el camellón central
- - Para indicar claramente el curso de la vía en una curva se deben colocar los postes en su lado exterior. Lo anterior da como resultado que la vialidad tenga una luminancia mas uniforme y su dirección este claramente indicada por la hilera de luminarios

ARTICULO 905. PASOS VEHICULARES

905-1. Introducción

Túnel.-Se define como una sección cerrada de una vialidad en la cual se encuentra restringida la iluminación natural durante el día, por lo tanto se debe evaluar necesidad de una iluminación suplementaria que permita una adecuada visibilidad al conductor

En el presente documento no se consideran los pasos a desnivel para uso diferente a vehículos automotores, ni los pasos para peatones, los pasos vehiculares con longitud menor a 25 mts. no requieren alumbrado durante el día.

El objetivo del sistema de iluminación en los pasos a desnivel es proporcionar una buena visibilidad, por lo que para realizar el diseño será necesario considerar las características del túnel en si y su area adjunta. Muchos factores contribuyen a disminuir la visibilidad, por lo tanto todos estos factores deben ser identificados en relación a cada instalación

Los factores que se deben de considerar son los siguientes

- 1.- Características de aproximación de la vialidad
- 2.- Características de la superficie rodante del tunel, paredes y techo.
- 3.- Características del area circundante en la entrada del túnel
- 4.- Condiciones atmosféricas y ambientales
- 5.- Características de operación del trafico
- 6.- Orientación del tunel con respecto al sol

905-2. Definiciones

La norma incorpora conceptos fundamentales para la interpretación del diseño de iluminación en túneles como son

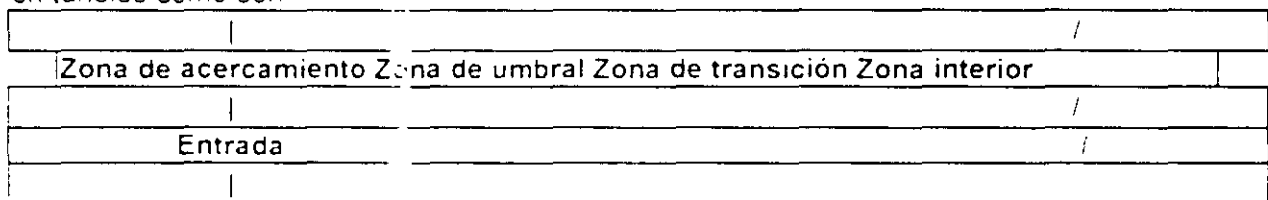


Figura 905.2

Descripción de terminos asociados con iluminación de túneles

Distancia mínima de seguridad de frenado: Es la distancia mínima requerida para que un conductor pueda parar con seguridad su automovil, para no impactarse con el o los objetos que se encuentran dentro del tunel. Esta distancia varia de acuerdo a la velocidad de circulación

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

como se indican en la tabla 905.2

Iluminación diurna: Es el sistema de iluminación que permite reducir la relación de la luminancia externa a la interna durante las horas del día. Por consecuencia el valor de la luminancia durante las horas del día es mayor que durante la noche. Este sistema de iluminación se utiliza para túneles largos, curvos o pasos que presenten desnivel pronunciado con respecto a la vialidad.

Iluminación nocturna: Es el sistema de iluminación que permite lograr un nivel de iluminancia durante las horas de la noche, de tal manera que se reduzca al mínimo el problema de adaptación al agujero negro que se presenta a la salida del túnel.

Portal o entrada: Plano de entrada al túnel.

Zona de acercamiento: Área externa de la vialidad de acercamiento al túnel.

Zona de entrada o umbral: La zona de umbral es la zona inicial del túnel y es igual a la distancia mínima de seguridad de frenado menos 15 m. La luminancia del túnel en esta zona, durante las horas del día debe ser relativamente alta, con el fin de proporcionar visibilidad durante el proceso de adaptación, conforme el conductor se interne en el túnel.

Zona de transición: La luminancia durante las horas del día en la zona de transición, debe ir disminuyendo desde la zona del umbral hasta la zona interior en forma gradual a lo largo de una distancia igual a la distancia mínima de seguridad de frenado. Dependiendo del largo del túnel pueden existir varias zonas de transición.

Zona de umbral: Área donde se efectúa una transición de altos niveles de iluminancia a niveles menores del interior.

Zona interior: En túneles largos, a la zona de transición (o de adaptación) sigue otra en la que el nivel de luminancia se mantiene constante. En esta zona, la adaptación no se ha logrado al 100% y es necesario disponer en ella de un nivel de luminancia suficientemente elevado.

Zona interior: -La mayor parte del túnel donde se establece un bajo nivel de iluminancia.

Nota: - Las longitudes de las zonas varían de acuerdo a los parámetros de diseño.

Tabla 905.2. Distancia Mínima De Seguridad De Frenado

VELOCIDAD DEL TRAFICO	MINIMA DISTANCIA DE SEGURIDAD DE FRENADO
KILOMETROS POR HORA	METROS
48	60
64	90
80	140
88	165
96	200
104	220

905-3. Clasificación de túneles

Un túnel se puede clasificar de acuerdo a sus características físicas como un túnel corto o largo dependiendo de su longitud.

a) - Túnel corto

Es aquel en el que sin tráfico la salida y sus alrededores son claramente visibles desde un punto situado fuera de la entrada del mismo. Un túnel corto puede tener hasta 25 m de largo, sin que necesite alumbrado durante las horas del día, siempre y cuando sea recto o el tráfico no sea muy intenso. Si el paso es curvo o existe tráfico intenso el

efecto silueta es menos marcado, en cuyo caso se debe instalar iluminación artificial.

b).- Túnel largo

Se considera un túnel largo, aquel cuya longitud total es mayor a la distancia mínima de seguridad de frenado

905-4. Optimización de visibilidad en túneles y características de acercamiento

El conductor que se aproxima a la entrada de un túnel durante el día necesariamente ha de adaptar sus ojos del alto nivel de luminancia que prevalece en el exterior a la luminancia existente en el interior del túnel. Por consiguiente, si el túnel es largo y el nivel de luminancia dentro de él es mucho más bajo que el de fuera, el túnel se presentará como un "agujero negro", dando como resultado que ningún detalle de su interior sea visible, el efecto del agujero negro es creado por la alta diferencia de luminancias existentes en el exterior y el interior del túnel.

El diseño físico del túnel, así como el diseño del área de aproximación al mismo y el entorno, es muy importante, ya que en combinación con un buen diseño del sistema de iluminación permite incrementar la luminancia dentro del túnel, reduciendo de esta manera la alta diferencia de luminancias entre el interior y el exterior.

905-5. Reducción de la luminancia externa de adaptación

Para hacer visible los obstáculos dentro del túnel hay que aumentar el nivel de luminancia de su entrada, esto es, en la zona de umbral. El nivel de luminancia requerido en esta zona depende de la denominada "luminancia externa de adaptación", que es función a su vez de la magnitud y distribución de las luminancias exteriores al túnel.

Las luminancias exteriores, que juntas determinan la luminancia externa de adaptación, difieren grandemente según los diversos tipos de túneles. Para pasos inferiores o bajo pasos elevados, la luminancia externa de adaptación depende parcialmente de la estructura en cuestión y parcialmente de la luminancia del cielo. Sin embargo, en zonas edificadas el cielo solo forma a menudo una pequeña parte del campo de visión.

Para la mayoría de los tipos de túneles se pueden tomar medidas especiales para bajar la luminancia externa de adaptación. Tales medidas incluyen el empleo de materiales oscuros no reflectivos para la superficie de la vialidad en la zona de aproximación del túnel, en forma adicional, para la fachada de la entrada del túnel y las paredes en el acceso; plantar árboles o arbustos al lado y encima de la entrada para protegerla del brillante cielo, o bien hacer la entrada al túnel tan alta y ancha como sea posible.

905-6. Factores de diseño del área de aproximación y entrada de un túnel.

La cantidad y la longitud, a la cual la luz del día alcanza a penetrar en un túnel depende en gran medida de la orientación del mismo. El sistema de iluminación de un túnel deberá estar acorde con la orientación, ya que esta se determina con base en otros criterios.

El incrementar la altura en la entrada del túnel, así como el ancho del mismo, permite aumentar la penetración y cantidad de luz del día al túnel, lo que representa una reducción de las necesidades de iluminación artificial.

905-7 Optimización de la visibilidad en el interior del túnel.

Para obtener un nivel alto de luminancia dentro del túnel, la vialidad y las paredes deben tener un alto grado de reflectancia al menos un 50% inicialmente (deberá aumentarse artificialmente el brillo de la vialidad).

Para una buena orientación visual es deseable que haya una pequeña diferencia de luminancia o de color entre la superficie de la vialidad y las paredes. Deben de evitarse superficies con reflexión especular. El acabado de las paredes debe ser de material fácil de limpiar.

El uso de terminados corrugados en las paredes verticales, acabado burdo en el pavimento

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

de la vialidad u otros tratamientos que produzcan relieves en las superficies, incrementaran la reflexión de la luz y por lo tanto, la penetración de la luz solar en el área de entrada del túnel.

La diferencia de luminancia externa a la interna se lograra reducir por el uso de materiales oscuros en la superficie de aproximación al túnel y materiales claros en la superficie de la vialidad interna del mismo, en una longitud igual a la distancia mínima de seguridad de frenado. Dando como resultado una menor necesidad de iluminación de umbral

905-8 Consideraciones para el diseño de iluminación.

Las consideraciones básicas para el diseño de la iluminación de túneles son las siguientes:

- 1.- Características de volumen y velocidad del tráfico
- 2.- Luminancia externa.
- 3.- Características del túnel
- 4.- Luminancias del túnel durante el día y la noche
- 5.- Equipo eléctrico y de iluminación.
- 6.- Iluminación de emergencia
- 7.- Efecto de parpadeo

1.- Características de volumen y velocidad del tráfico.

Los túneles con alto volumen de trafico y alta velocidad, requieren de altos niveles de luminancia, en comparacion con los túneles de bajo volumen y baja velocidad, ya que, los altos niveles de luminancia permiten al conductor mejor comportamiento en el desarrollo de las tareas propias de manejo.

2.- Luminancia externa

Deben considerarse los niveles de luminancia existentes en el área de entrada del túnel y su entorno, debido a que en el momento de aproximación al túnel la visión se encuentra adaptada al nivel de luminancia exterior

En la figura siguiente se indican los factores que producen altos o bajos niveles de luminancia externa

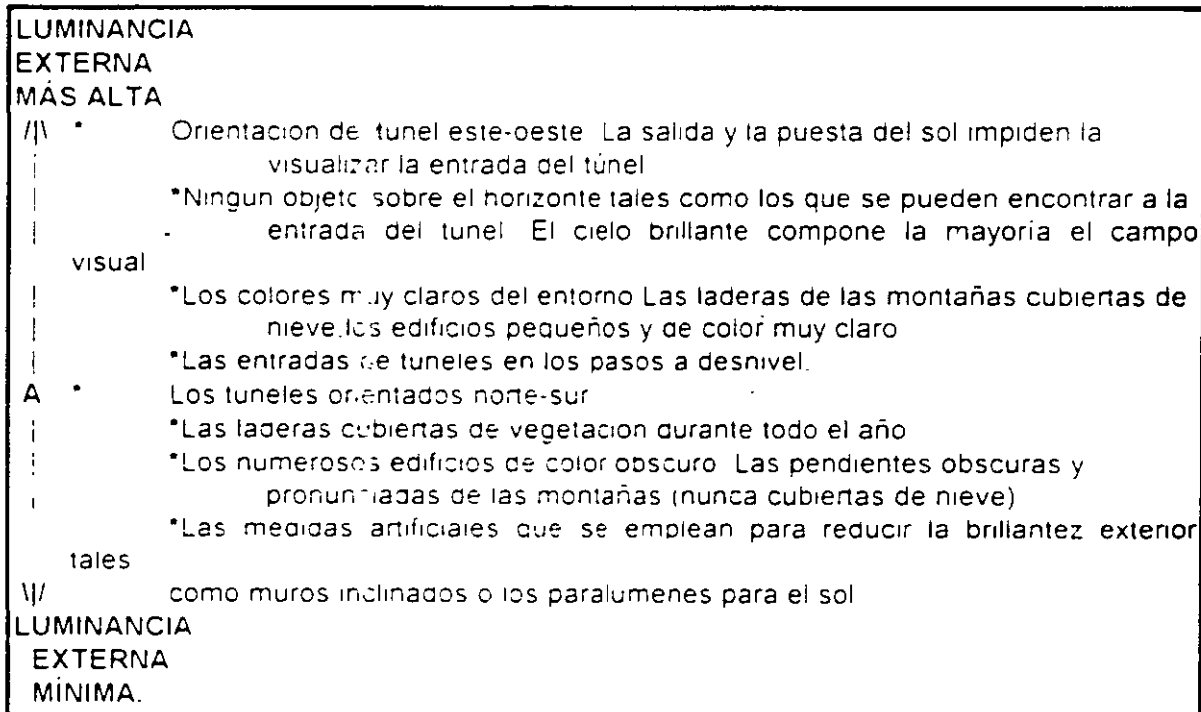


Figura 905.8 Factores que afectan la luminancia externa de un túnel.

3.- Características del Túnel

Los túneles cortos rectos relativamente a nivel, con una longitud igual o menor a 25 m deberán de tener una adecuada visibilidad sin iluminación suplementaria diurna. En estos casos, la visibilidad se obtiene por medio de contraste negativo con altos valores de luminancia en la salida del túnel.

En túneles curvos, donde la salida del túnel no es visible, se requiere de iluminación suplementaria. En estos casos, se debe de considerar un solo sistema de iluminación que será igual al de la zona de umbral.

Para túneles largos se deben considerar diferentes zonas de iluminación.

4.- Luminancia del túnel

Zona de entrada o umbral

La luminancia del túnel en esta zona durante las horas del día debe ser relativamente alta para proporcionar visibilidad al conductor durante el tiempo de adaptación a la entrada del túnel. La luminancia requerida en la zona de umbral dependerá de las características propias del túnel además del volumen de tráfico y la velocidad del mismo. Se debe seleccionar de acuerdo a la tabla 905.8 Que relaciona dichos parámetros

Tabla 905.8 Recomendaciones de Luminancia

CARACTERISTICAS DEL TUNEL	VELOCIDAD DEL TRAFICO KILOME- TRO/HORA	* VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL EN AMBAS DIRECCIONES			
		<25,000	25,000 -90,000	90,001 -150,000	>150,000
		CANDELAS POR METRO CUADRADO**			
TUNELES DE MONTAÑA DECLIVE GRADUAL DONDE LA NIEVE PUEDE ACUMULARSE O TUNELES CON POCOS EDIFICIOS EN SU ALREDEDOR ORIENTACION DEL TUNEL ESTE- OESTE	60 61-80 81	140 180 250	140 220 250	230 260 290	270 300 330
TUNELES DE MONTAÑA CON PENDIENTE TALUDES OSCURAS O CONDICIONES CLIMATICAS DONDE LA NIEVE NO PUEDE ACUMULARSE EL ENTORNO ALREDEDOR DE LA ENTRADA TIENE BRILLANTEZ MEDIA DURANTE TODO EL AÑO	60 61-80 81	105 130 145	140 160 175	170 190 205	200 220 235
ENTRADA DEL TUNEL OCULTA SUPERFICIES OSCURAS O EDIFICIOS ALREDEDOR DE LA ENTRADA DEL TUNEL MEDIDAS ARTIFICIALES PARA REDUCIR LA BRILLANTEZ EXTERIOR ORIENTACION DEL TUNEL NORTE-SUR	60 61-80 81	60 70 80	80 90 100	95 105 115	110 120 130

* Trafico diario anual promedio en ambas direcciones

** Para valores aproximados en candelas por pie cuadrado multiplicar por 0.1

Zona de transición

Requisitos durante el día

La luminancia durante el día en la zona de transición debe ir disminuyendo desde la zona de

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

umbral hasta la zona interior en forma gradual a lo largo de una distancia igual a la distancia mínima de seguridad de frenado. Dependiendo del largo del túnel pueden existir varias zonas de transición.

La luminancia debe de reducirse en pasos de igual longitud. El primer paso debe ser mayor o igual a un cuarto de luminancia de la zona de umbral. El último paso debe ser menor o igual al doble de la luminancia de la zona interior. El paso inmediato debe ser mayor que o igual a un tercio de la zona precedente

Zona interior

En túneles largos, a la zona de transición (o adaptación) sigue otra en la que el nivel de luminancia se mantiene constante. En esta zona, la adaptación no se ha logrado al 100% por lo que es necesario disponer en ella de un nivel de luminancia suficientemente alto.

La luminancia en la zona interior del túnel debe ser al menos de 5 candelas por metro cuadrado con una uniformidad que no exceda de 3 a 1 del promedio mínimo

Requisitos durante la noche

En cuanto a los requerimientos del alumbrado durante las horas de la noche, la situación es inversa a la de las horas del día. El nivel de luminancia fuera del túnel es entonces menor que el de adentro y el problema de adaptación al agujero negro puede aparecer en la salida

No existirán dificultades mientras la relación entre la luminancia dentro del túnel y fuera de él, sea menor a la recomendada en la tabla 905.8.1. Esta condición no se logra, sin embargo, si la iluminación del túnel sigue funcionando con la misma intensidad durante la noche. El alumbrado adicional instalado en las distintas zonas para cubrir las exigencias de la luz diurna debe apagarse y la iluminación reducirse en número o atenuarse para lograr una luminancia media de 2.5 Candelas por metro cuadrado a lo largo del túnel

Relación de uniformidad

La relación de uniformidad dentro de las zonas del túnel, son las mismas que se utilizan para el cálculo de iluminación general y se relacionan en la tabla 905.8.1

Tabla 905.8.1 Recomendaciones de uniformidad de iluminancia y luminancia indirecta para túneles.

CLASIFICACION Y VIALIDADES	DE AREAS	UNIFORMIDAD LUMINANCIA		LUMINANCIA DE INDIRECTA (MAXIMO)	UNIFORMIDAD ILUMINANCIA
		Lpro a Lmin	Lmax a Lmin	Lv a Lpro	Epro a Emin
AUTOPISTAS Y CARRETERAS		3.5 a 1	5 a 1	0.3 a 1	3 a 1
VIAS DE ACCESO CONTROLADO EN ZONA	COMERCIAL	3 a 1	5 a 1		
	INTERMEDIA	3 a 1	5 a 1	0.3 a 1	3 a 1
	RESIDENCIAL	3.5 a 1	6 a 1		
VIAS PRINCIPALES	COMERCIAL	3 a 1	5 a 1		
	INTERMEDIA	3 a 1	6 a 1	0.4 a 1	4 a 1
	RESIDENCIAL	4 a 1	8 a 1		
VIAS SECUNDARIAS	COMERCIAL		10 a 1		
	INTERMEDIA	6 a 1	10 a 1	0.4 a 1	6 a 1
	RESIDENCIAL	6 a 1	10 a 1		

Consideraciones de mantenimiento

Los valores de iluminancia que se han indicado son los valores mínimos y deben de mantenerse durante las horas de operación del sistema. Por lo tanto, los valores de luminancia iniciales deben de ser mayores al inicio de operación del sistema para compensar la depreciación de lúmenes de la lámpara, la depreciación por polvo en el luminario y la depreciación de la reflectancia en las paredes del túnel.

5.- Equipo eléctrico y de iluminación

Lámparas Las fuentes de luz que pueden utilizarse para la iluminación de túneles son:

- Lámparas fluorescentes
- Lámparas de descarga de alta intensidad
Aditivos metálicos.
Vapor de sodio de alta presión.
- Lámparas de vapor de sodio de baja presión

No se deben usar las lámparas incandescentes para iluminación de túneles debido a su baja eficacia y su corta vida

Los factores que influyen en la selección de una fuente de luz para la iluminación de túneles son:

- a.- Eficacia
- b.- Rendimiento de color y su efecto en letreros y señales de tráfico.
- c.- Potencia y flujo luminoso
- d.- Vida útil de la lámpara
- e.- Temperatura ambiente
- f.- Costo
- g.- Tiempo de re-encendido
- h.- Facilidad para el control del flujo luminoso

Luminarios.

Los luminarios para iluminación de túneles deben ser de construcción adecuada para soportar el ambiente adverso de la mayoría de los túneles. Como son vibración, turbulencia de aire causado por los vehículos, humos de escapes, polvo, sal, procesos de limpieza con detergentes industriales, chorros de agua a alta presión, etc.

Los factores que deben evaluarse en el diseño, selección, instalación y prueba del equipo de iluminación del túnel son los siguientes:

- a.- Hermeticidad al polvo, vapor y agua a alta presión
- b.- Facilidad de limpieza, cambio de lámpara y reemplazo de partes.
- c.- Resistencia física para evitar torceduras o deformaciones durante su instalación, uso y servicio
- d.- Temperatura de operación (alta y baja) dentro del túnel
- e.- Excesivo brillo del luminario

Suministro de energía eléctrica y controles

Se debe efectuar un estudio que considere la longitud del túnel con objeto de determinar la necesidad de tener dos fuentes diferentes de alimentación con dispositivos de transferencia automática. O bien disponer de una planta de emergencia que suministre suficiente energía a los luminarios que permitan tener al menos una quinta parte del nivel de iluminación diseñado para la iluminación nocturna.

Los requerimientos de iluminación de los túneles pueden variar durante la operación diurna, como resultado de las variaciones del tiempo o la posición del sol, por lo tanto, es recomendable que la instalación cuente con dispositivos que permitan desconectar automáticamente algunos luminarios de acuerdo a la luminancia externa, asimismo durante la operación nocturna.

6.- Iluminación de emergencia.

En el caso de túneles largos se debe contar con un sistema de iluminación de emergencia.

7.- Efecto de parpadeo

El efecto de parpadeo o efecto estroboscópico, que produce sensaciones molestas, se presenta en el interior de un túnel iluminado debido a que el luminario o parte del mismo se refleja dentro del campo de visión de los ocupantes de los vehículos. Este efecto depende de la intensidad en candelas de la fuente que incide en los ojos del observador, de la localización de la fuente en relación al campo de visión del conductor y de la frecuencia o relación a la cual fuentes de luz sucesivas aparecen con respecto al desplazamiento. En la figura 905.8.2 Se indica la relación de el número de luminarios que se observan por segundo en relación a la velocidad del vehículo. El diseñador debe evitar espaciamentos de luminarios dentro de la zona de molestia indicada, que corresponde de 5 a 10 ciclos de luminarios por segundo.

Dar doble click para ver Imagen

ARTICULO 906. SISTEMA DE ILUMINACION PARA AREAS GENERALES

906-1 Estacionamientos

El objetivo del sistema de iluminación de estacionamientos es el de permitir el tránsito ordenado y seguro de vehículos y peatones así como proporcionar seguridad y evitar el vandalismo en las áreas destinadas para ese propósito.

Los estacionamientos se clasifican en cubiertos y abiertos, los requerimientos de iluminación dependen del tipo o nivel de actividad.

Se establecen 3 niveles de actividad: alta, media y baja. Estos niveles reflejan la actividad peatonal y vehicular ilustrándose con los siguientes ejemplos:

- Alta:**
 - Eventos deportivos de importancia
 - Eventos cívicos y culturales de relevancia
 - Centros comerciales regionales
 - Restaurantes
- Media:**
 - Centros comerciales locales
 - Eventos cívicos, culturales o recreacionales
 - Áreas de oficinas
 - Áreas de hospitales
 - Áreas de terminales aéreas, terrestres y de transbordo
 - Complejos residenciales
- Baja:**
 - Centros comerciales pequeños
 - Áreas industriales
 - Áreas escolares
 - Iglesias

Si el nivel de actividad involucra un gran número de vehículos durante la noche, los ejemplos citados para los niveles de actividad baja y media se deberán clasificar en el inmediato superior.

En el caso de estacionamientos cubiertos de varios niveles, el sistema de iluminación del nivel superior, si es abierto, deberá clasificarse como un estacionamiento abierto.

Requerimientos de iluminación

Los siguientes requerimientos se deben observar con el objeto de permitir el tránsito seguro y visión satisfactoria para peatones y automovilistas.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- **Áreas de tráfico intenso** - En estacionamientos abiertos se deben observar los niveles de iluminancia indicados en la tabla 906.1 (a) con el objeto de dar especial atención a las salidas, entradas, zonas de carga, cruces peatonales y carriles colectores para permitir una rápida identificación y mayor seguridad

En estacionamientos cubiertos, la distancia de transición (15 m) entre el punto de entrada y el área de estacionamiento deberá tener niveles de iluminancia adecuados para la adaptación visual del conductor. Indicados en la tabla 906.1 (b)

- **Caminos de acceso** - El nivel de iluminancia mantenida promedio debe ser compatible con los sistemas de iluminación de las vialidades adyacentes y las condiciones locales, así mismo la relación de uniformidad promedio mínimo no debe exceder de 3 a 1.

- **Alumbrado de emergencia** - En estacionamientos cubiertos se deberá instalar en sitios estratégicos luminarios de emergencia que proporcionen un nivel de iluminación mínimo en el caso de una interrupción del suministro normal de energía. Se deberá proporcionar aproximadamente un diez por ciento de los niveles de iluminación establecidos en esta Norma

- **Iluminación de seguridad** - Por razones de seguridad, economía y mantenimiento fuera de las horas de alta actividad es necesario mantener el sistema de iluminación con niveles requeridos para baja actividad

- **Áreas de estacionamiento (iluminancias verticales)** - Los valores de iluminancia vertical deberán de ser iguales a los valores de iluminancia horizontal establecidos en la tabla No 906.1 (b) a una altura de 1.8 m sobre el nivel del pavimento con el propósito de obtener una apropiada visión de objetos tales como paredes y columnas

Calidad de iluminación.

Generalidades.- Los sistemas de iluminación para áreas de estacionamiento no deberán proveer únicamente los niveles de iluminación requeridos, sino también proveer una alta calidad considerando el rendimiento de color, uniformidad y minimizando el deslumbramiento.

Rendimiento de color - En muchas instalaciones la salida espectral de la lámpara debe ser capaz de producir un rendimiento de color que permita que las personas que utilizan las áreas de estacionamiento ya sea conduciendo o caminando, sean capaces de distinguir colores y diferenciar objetos

Uniformidad.- La iluminancia en las diversas áreas de un estacionamiento puede variar considerablemente, por tanto la relación de uniformidad promedio a mínimo no debe exceder los valores de la tabla 906.1

Tabla 906.1.-Luminancias horizontales mantenidas requeridas para estacionamientos

(a) Estacionamientos abiertos

NIVEL DE ACTIVIDAD	AREA GENERAL DE ESTACIONAMIENTO Y AREA PEATONAL		AREA EXCLUSIVA DE VEHICULOS	
	LUX (MINIMO SOBRE PAVIMENTO)	UNIFORMIDAD (PROMEDIO/MINIMO)	LUX (PROMEDIO SOBRE PAVIMENTO)	UNIFORMIDAD (PROMEDIO/MINIMO)
ALTA	10	4 : 1	22	3 : 1
MEDIA	6	4 : 1	11	3 : 1
BAJA	2	4 : 1	5	4 : 1

(b) Estacionamientos cubiertos

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

AREAS	DIA	NOCHE	
	LUX (PROMEDIO SOBRE PAVIMENTO)*	LUX (PROMEDIO SOBRE PAVIMENTO)	RELACION DE UNIFORMIDAD (PROMEDIO/ MINIMO)
AREA GENERAL DE ESTACIONAMIENTO Y AREA PEATONAL	54	54	4:1
RAMPAS Y ESQUINAS	110	54	4:1
ACCESOS	540	54	4:1
ESCALERAS	RANGO DE LUMINANCIAS		
LUX	100-150-200	100-150-200	100-150-200

* Suma de luz artificial y natural

Deslumbramiento.- Deberán instalarse luminarios que permitan reducir el deslumbramiento a los conductores o peatones que utilizan las áreas de estacionamiento, ya que con la edad el deslumbramiento afecta la habilidad para percibir objetos u obstrucciones.

906-2 Areas residenciales y peatonales.

El objetivo del sistema de iluminación en áreas residenciales y peatonales, es el de permitir una mayor seguridad tanto vial, como peatonal

En las áreas residenciales en que esta permitido el tráfico vehicular, el nivel de luminancia e iluminancia deben ser seleccionadas de acuerdo a las tablas 904 6 (a) y (b)

En aquellas donde no esta permitido el trafico vehicular, deberán seleccionarse los niveles de iluminacion de acuerdo a la tabla 906 2

Requerimientos.

Los requerimientos de alumbrado para áreas peatonales pueden resumirse como sigue

Peatones Debe facilitar el movimiento y la orientacion así como posibilitar el reconocimiento de los rasgos faciales

Debe ayudar al residente a detectar la presencia de intrusos y que no existan deslumbramientos que constituyan una incomodidad

Ambos grupos Debe mejorar el atractivo de los alrededores siendo suficientemente funcional para reprimir el vandalismo y el crimen.

Nivel de iluminación

De acuerdo a los requerimientos anteriores, los niveles de iluminación para el alumbrado de paseos publicos y áreas peatonales deberan considerarse los siguientes factores:

Seguridad de movimientos - Es importante para los peatones poderse mover de manera segura por lo que el alumbrado debe ser suficiente para revelar los obstaculos del camino potencialmente peligrosos, así como irregularidades y baches

Reconocimiento facial

Es importante para los peatones poderse reconocer entre si cuando se encuentran y poder distinguir los rasgos faciales desde una distancia a la que sea factible evitar un posible ataque

Orientación

Una buena orientacion implica la capacidad de identificar casas, edificios y peculiaridades de

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

los alrededores. Los letreros con los nombres de las calles en especial deberán estar bien iluminados.

Seguridad

El alumbrado residencial debe cumplir una función doble desde el punto de vista de la seguridad, debe disuadir a posibles intrusos o ladrones o al menos revelar la presencia de estos a los residentes y transeúntes.

Cuando se considera la seguridad de los peatones, el alumbrado de las áreas residenciales se deberá diseñar en base a los valores recomendados para iluminancia horizontal, que se muestran en la siguiente tabla:

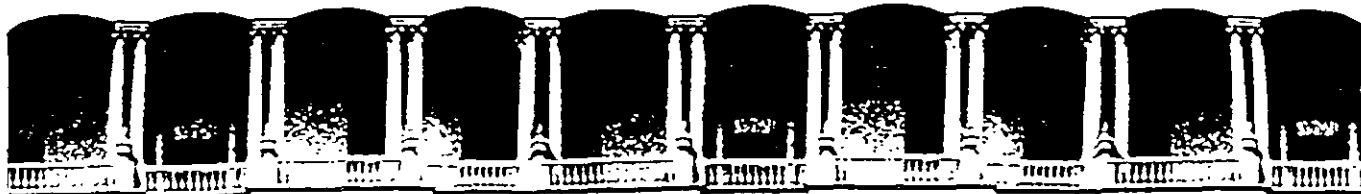
Iluminancia	Observaciones
0.2 lux	Mínimo para seguridad de movimientos, detección de obstáculos
5 lux	Media para "seguro" reconocimiento facial.
20 lux	Alumbrado atractivo

Control del deslumbramiento

Una regla importante para mantener el deslumbramiento en un mínimo aceptable, es no colocar fuentes de luz a la altura de los ojos, deben instalarse por debajo de un metro y por arriba de tres metros aproximadamente.

Tabla 906.2

Factores	Niveles de Iluminancia Mínima (Luxes)
Seguridad de Movimiento	1
Reconocimiento	5



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
BAJO LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM - 001 - SEMP - 1994
(PARTE 2)**

TEMA:

CAPITULO "X"

TABLAS

**COORDINADORES ACADEMICOS : ING. ARTURO MORALES COLLANTES
ING. MARCO A. MACIAS HERRERA
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 1999**

CAPITULO 10 TABLAS

A. Tablas

Notas: a las tablas

1. Las tablas 3A, 3B y 3C, se aplican solamente a sistemas completos de tubos conduit o tuberías y no se pretende aplicar a secciones de tubos conduit o tuberías que se emplean para proteger de daños mecánicos a los alambrados expuestos.

2. Cuando se instalan conductores para la puesta a tierra e interconexión de equipos, éstos deben incluirse para calcular el porcentaje de relleno de los tubos conduit. Para el cálculo deben emplearse las dimensiones reales de dichos conductores

3. Cuando en un tubo conduit se instalan niples, con una longitud no mayor de 60 cm, para conectar a cajas, gabinetes, o envolventes similares, el porcentaje de relleno en el niple pueda ser de hasta el 60% de su área de sección transversal total. El Artículo 310, *Nota*. 8(a) de las *Notas* a las tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V no se aplican a esta condición.

4. Para conductores que no se incluyen en el Capítulo 10, tales como los cables multiconductores, deben emplearse las dimensiones reales.

5. Véase la Tabla 1 para el porcentaje de relleno de los tubos conduit o tuberías.

Nota:

La Tabla 1 está basada en las condiciones usuales de cableado y alineación adecuada de los conductores y cuando la longitud del tendido y el número de dobleces está dentro de límites razonables

Para ciertas condiciones debe considerarse un tamaño mayor de tubo conduit o un menor porcentaje de relleno.

Tabla 1. Porcentajes de relleno de conductores para tubos conduit o tuberías.(%)

Numero de conductores	1	2	más de 2
Todos los tipos	53	30	40

Nota 1: Veanse las tablas 3A, 3B y 3C para el número de conductores, todos del mismo tamaño, en tamaños comerciales de tubos conduit o tuberías de 13 mm hasta 150 mm

Nota 3: $(n^{e(1)})$ Para conductores con área de sección transversal mayor de 380.0 mm² (750 kCM) o para combinaciones de conductores de diferentes tamaños, úsense las tablas 4, 5 y 8 de este Capítulo para las dimensiones de los conductores, de los tubos conduit y de las tuberías.

Nota 4 Cuando para conductores del mismo tamaño se calcula el área total ocupada (considerando el área de sección transversal total de cada uno, incluyendo su aislamiento), afectando este calculo por el factor de relleno correspondiente y resulta una fracción decimal de 0.8 o mayor que el área de un tubo conduit de tamaño comercial, debe seleccionarse el tubo conduit o tubería de tamaño comercial inmediato superior

Nota 5. Se permite el uso de las dimensiones para conductores desnudos dadas en la tabla 8 de este Capítulo, cuando el uso de conductores desnudos está autorizado en otras secciones de esta Norma

Nota 6 Un cable multiconductor de dos o mas conductores debe considerarse como un solo cable para el calculo del porcentaje de relleno del tubo conduit. Para cables con sección transversal elíptica debe considerarse la distancia mayor como el diametro externo del cable y con esto calcular el porcentaje de ocupacion del cable en el tubo conduit.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Tabla 3A. Número máximo de conductores en tubo conduit o tubería
(Basado en la Tabla 1, Capítulo 10)

Tipo	Área de la sección transversal del conductor mm ² (AWG)	Diámetro nominal del tubo mm									
		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102
THW	2 082 (14)	9	15	25	44	60	99	142			
THW-LS	3 307 (12)	7	12	19	35	47	78	111	171		
THHW	5 260 (10)	5	9	15	26	36	60	85	131	176	
XHHW	8 367 (8)	2	4	7	12	17	28	40	62	84	108
RHW	2 082 (14)	6	10	16	29	40	65	93	143	192	
	3 307 (12)	4	8	13	24	32	53	76	117	157	
	5 260 (10)	4	6	11	19	26	43	61	95	127	163
	8 367 (8)	1	3	5	10	13	22	32	49	66	85
THW	13 30 (6)	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62
	21 15 (4)	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47
THW-LS	33 62 (2)	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34
	53 48 (1/0)		1	1	2	3	5	8	12	16	21
THHW	67 43 (2/0)		1	1	1	3	5	7	10	14	18
	85 01 (3/0)		1	1	1	2	4	6	9	12	15
RHW y	107 20 (4/0)			1	1	1	3	5	7	10	13
RHH (sin cubierta)	126 70 (250)			1	1	1	2	4	6	8	11
	152 00 (300)			1	1	1	2	3	5	7	9
	177 30 (350)				1	1	1	3	4	6	8
	202 70 (400)				1	1	1	2	4	5	7
	253 40 (500)				1	1	1	1	3	4	6
	380 00 (750)					1	1	1	2	3	4

Nota: Esta tabla es solo para conductores con cableado concéntrico normal

Tabla 3B. Número máximo de conductores en tubo conduit o tubería
(Basado en la Tabla 1, Capítulo 10)

Tipo	Área de la sección transversal del conductor mm ² (AWG)	Diámetro nominal del tubo mm									
		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102
THWN	2 082 (14)	13	24	39	69	94	154				
	3 307 (12)	10	18	29	51	70	114	164			
	5 260 (10)	6	11	18	32	44	73	104	160		
	8 367 (8)	3	5	9	16	22	36	51	79	106	136
THHN	13 30 (6)	1	4	6	11	15	26	37	57	76	98
	21 15 (4)	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60
FEP	33 62 (2)	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43
(14 a 2)	53 48 (1/0)		1	1	3	4	7	10	15	21	27

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

FEPB	67.43 (2/0)		1	1	2	3	6	8	13	17	22
	85.01 (3/0)		1	1	1	3	5	7	11	14	18
(14 a 8)	107.20 (4/0)		1	1	1	2	4	6	9	12	15
	126.70 (250)			1	1	1	3	4	7	10	12
XHHW (4 a 500)	152.00 (300)			1	1	1	3	4	6	8	11
	202.70 (400)				1	1	1	3	5	6	8
	253.40 (500)				1	1	1	2	4	5	7
	380.00 (750)					1	1	1	2	3	4
XHHW	13.30 (6)	1	3	5	9	13	21	30	47	63	81
	380.00 (750)					1	1	1	2	3	4

Nota. Esta tabla es sólo para conductores con cableado concéntrico normal

Tabla 3C. Número máximo de conductores en tubo conduit o tubería

(Basado en la Tabla 1, Capítulo 10)

Tipo	Área de la sección transversal del conductor mm ² (AWG)	Diámetro nominal del tubo mm									
		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102
	2 082 (14)	3	6	10	18	25	41	58	90	121	155
	3 307 (12)	3	5	9	15	21	35	50	77	103	132
	5 260 (10)	2	4	7	13	18	29	41	64	86	110
	8 367 (8)	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60
RHW y RHH	13.30 (6)	1	1	2	5	6	11	15	24	32	41
	21 15 (4)	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31
	33 62 (2)		1	1	3	4	6	9	14	19	24
(con cubierta exterior)	53 48 (1/0)		1	1	1	2	4	6	9	12	16
	67 43 (2/0)			1	1	1	3	5	8	11	14
	85 01 (3/0)			1	1	1	3	4	7	9	12
	107 20 (4/0)			1	1	1	2	4	6	8	10
	126 70 (250)				1	1	1	3	5	6	8
	152 00 (300)				1	1	1	3	4	5	7
	202 70 (400)				1	1	1	1	3	4	6
	253 40 (500)				1	1	1	1	3	4	5
	380 00 (750)						1	1	1	3	3

Nota. Esta tabla es solo para conductores con cableado concéntrico normal

Tabla 4. Dimensiones de tubos conduit y área disponible para los conductores.

(basado en la Tabla 1 Capítulo 10)

Diámetro nominal mm	Diámetro interior mm	Área interior total mm ²	Área disponible para conductores mm ²		
			1 conductor fr=53%	2 conductores fr=30%	más de 2 conductores fr=40%
13	15 80	194	103	58	78
19	20 95	342	181	103	137

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

25	26 65	555	294	167	222
32	35 05	968	513	290	387
38	40 90	1 316	697	395	526
51	52 50	2 168	1 149	650	867
63	62 71	3 090	1 638	927	1 236
76	77 93	4 761	2 523	1 428	1 904
89	90 12	6 387	3 385	1 916	2 555
102	102 26	8 206	4 349	2 462	3 282
127	128 20	12 203	6 468	3 661	4 881
152	154 00	18 639	9 8795 592	7 456	

Nota. Las dimensiones de esta tabla representan valores promedio, considerando tubos conduit metálicos de tipo pesado. Los tubos conduit metálicos de otro tipo o tubos conduit no metálicos tienen dimensiones diferentes a las mostradas en la tabla.

Tabla 5. Dimensiones de conductores con aislamiento termoplástico

Area de la sección transversal del conductor mm ² (AWG KCM)	Tipos TW, TWH, THW-LS, THHW		Tipos THWN, THHN	
	Diametro exterior	Area	Diámetro exterior	Area
	mm	mm ²	mm	mm ²
2 082 (14)	3.5	9.62	3.0	7.07
3 307 (12)	4.0	12.57	3.5	9.62
5 260 (10)	4.6	16.62	4.4	15.21
8 367 (8)	6.0	28.27	5.8	26.42
13 30 (6)	7.8	47.78	6.7	35.26
21 15 (4)	9.0	63.60	8.5	56.75
33 62 (2)	10.5	86.60	10.0	78.54
53 48 (1/0)	13.6	145.30	12.6	124.60
67 43 (2/0)	14.8	172.00	13.8	149.60
85 01 (3/0)	16.1	203.60	15.1	176.70
107 20 (4/0)	17.6	243.30	16.6	216.40
126 70 (250)	19.5	298.60	18.3	263.00
152 00 (300)	20.9	343.00	19.7	304.80
202 70 (400)	23.4	430.10	22.2	387.00
253 40 (500)	25.6	514.70	24.4	467.60
380 00 (750)	30.6	735.40	29.3	674.30
506 70 (1000)	34.5	934.80	32.2	814.30

- Notas - Todos los conductores de esta tabla son de cableado concéntrico normal clase B.
- Los diámetros exteriores de los cables y las áreas son valores promedio útiles para calcular el número de conductores dentro de tubos conduit.
 - Los espesores de aislamiento de los tipos de cables de esta tabla son los indicados en la Tabla 310-13.

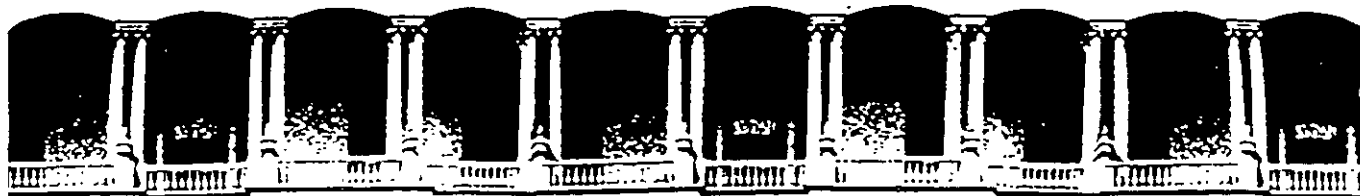
Tabla 8 Características de conductores concéntricos normales

Area de la sección transversal del conductor	Conductor concéntrico normal			
	Número de	Diámetro de	Diámetro	Resistencia

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

mm ² (AWG kCM)	alambres	alambres mm	exterior nominal mm	eléctrica nominal c.d. ohm/km 20 °C
2.082 (14)	7	0.615	1.85	8.45
3.307 (12)	7	0.776	2.33	5.32
5.260 (10)	7	0.978	2.93	3.34
8.367 (8)	7	1.234	3.70	2.10
13.30 (6)	7	1.555	4.67	1.32
21.15 (4)	7	1.961	5.88	0.832
33.62 (2)	7	2.473	7.42	0.523
53.48 (1/0)	19	1.893	9.47	0.329
67.43 (2/0)	19	2.126	10.63	0.261
85.01 (3/0)	19	2.387	11.94	0.207
107.20 (4/0)	19	2.680	13.40	0.164
126.70 (250)	37	2.088	14.62	0.139
152.00 (300)	37	2.287	16.01	0.116
202.70 (400)	37	2.641	18.49	0.0868
253.40 (500)	37	2.953	20.67	0.0694
380.00 (750)	61	2.816	25.34	0.0463
506.70 (1000)	61	3.252	29.27	0.0347

SEGUNDA PARTE



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
BAJO LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM - 001 - SEMP - 1994
(PARTE 2)**

TEMA:

CAPITULO "XXI"

GENERALIDADES

DISPOSICIONES DE CARACTER GENERAL

**COORDINADORES ACADEMICOS : ING. ARTURO MORALES COLLANTES
ING. MARCO A. MACIAS HERRERA
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 1999**

CAPITULO 21 GENERALIDADES

ARTICULO 2101.- DISPOSICIONES DE CARACTER GENERAL

2101-1 Objeto y campo de aplicación.

El objeto de esta norma es, principalmente, informar para salvaguardar a las personas de los riesgos originados por las líneas eléctricas, comunicación y su equipo asociado, durante su instalación, operación y mantenimiento. Los requisitos aquí establecidos se consideran como los mínimos necesarios para la seguridad y salud del público y de los trabajadores, la preservación del medio ambiente y un uso racional de la energía.

Estas normas se aplican a las líneas eléctricas de suministro público, transportes eléctricos, alumbrado público y otras líneas eléctricas y de comunicación ubicadas en la vía pública, así como a instalaciones similares propiedad de los usuarios. Al establecer estos requisitos se ha considerado, en principio, que dichas líneas estarán operadas y mantenidas por personal idóneo.

Nota: Cuando se indique líneas o equipos de suministro, debe entenderse que se refiere a líneas de suministro eléctrico.

2101-2 Aspectos no cubiertos por las normas.

En cualquier aspecto de diseño, construcción u operación no considerado en esta norma, las líneas eléctricas se ajustarán a las normas propias del organismo o empresa de servicio público correspondiente y las de comunicación a los requisitos que fijen los ordenamientos respectivos.

2101-3 Instalaciones nuevas.

Esta norma debe aplicarse a toda instalación nueva o ampliación. Sólo en casos especiales y previa justificación, la Secretaría puede eximir del cumplimiento de alguno o algunos de sus requisitos.

2101-4 Instalaciones existentes.

Las instalaciones existentes, incluyendo partes de reposición por mantenimiento, que cumplen con ordenamientos anteriores a la presente norma, no necesitan ser modificadas para cumplir con ésta, excepto cuando sea requerido por razones de seguridad, por la Secretaría.

2101-5 Instalaciones de emergencia.

En el caso de instalaciones de emergencia, los organismos o empresas responsables de las instalaciones pueden modificar u omitir alguno o algunos de estos requisitos, de acuerdo con la justificación que exista para ello y siempre que se obtenga la debida seguridad por otros medios. Después de que la emergencia ha cesado, la instalación debe ser acondicionada para cumplir con todos los requisitos de la presente Norma.

2101-6 Instalaciones temporales.

Las instalaciones temporales deben cumplir con todos los requisitos de esta norma. Sólo en casos especiales y previa justificación, la Secretaría puede eximir del cumplimiento de alguno o algunos de sus requisitos.

2101-7 Materiales y equipos.

En las líneas eléctricas y de comunicación deben utilizarse materiales y equipos que cumplan

con las Normas correspondientes que estén en vigor para cada uno de ellos.

ARTICULO 2102.- DEFINICIONES

En este Artículo se fijan las definiciones de algunos términos empleados en el texto de la Norma, a fin de precisar la forma en que deben entenderse para los efectos de aplicación e interpretación de sus requisitos.

Debe entenderse que otros términos no incluidos en estas definiciones se usan en el sentido o con el significado más aceptado en el lenguaje técnico o, en su caso, tienen la misma definición que la que se encuentra en la Norma correspondiente expedida por la Secretaría.

Banco de ductos Véase Sección 2302-1

Bóveda. Recinto subterráneo de amplias dimensiones, accesible desde el exterior, donde se colocan cables y sus accesorios y equipo, generalmente de transformación y se ejecutan maniobras de instalación, operación y mantenimiento por personal que puede estar en su interior

Cable aislado. Conductor cubierto con un aislamiento que tiene una rigidez dieléctrica igual o mayor que la tensión del circuito en el que se usa

Cable subterráneo Cable aislado que forma parte de una línea subterránea y que, en el texto del Capítulo 23 se designa simplemente como "cable"

Canalización subterránea Véase la Sección 2302-1

Claro. Parte de una línea aérea comprendida entre dos soportes consecutivos.

Conductor de puesta a tierra (o conductor de conexión a tierra). El conductor que se usa para conectar a tierra, en el punto requerido, las cubiertas metálicas de los equipos, las canalizaciones metálicas y otras partes metálicas no portadoras de corriente.

Conductor derivado (aplicado a línea aérea). Alambre o cable que se extiende en una dirección diferente de la línea de suministro

Conductor forrado Es el que tiene una cubierta aislante cuya rigidez dieléctrica nominal es desconocida o es menor que la requerida para la tensión del circuito en el que el conductor se usa

Conexión efectiva a tierra Es una conexión a tierra de baja impedancia y suficiente capacidad de conducción de corriente a fin de prevenir la aparición de tensiones que puedan producir daños al equipo conectado o a las personas

Charola. Véase Sección 2308-1, inciso b)

Ducto. Véase Sección 2302-1

Empalme. Unión destinada a asegurar la continuidad eléctrica entre dos o más tramos de conductores que se comporta eléctrica y mecánicamente como los conductores que une

Equipo subterráneo Es el diseñado y construido para quedar instalado dentro de pozos o bóvedas y que debe ser capaz de soportar las condiciones a que estará sometido durante su operación

Equipo sumergible Es aquel equipo hermético que por características de diseño, puede estar inmerso en cualquier tipo de agua en forma intermitente

Equipo tipo pedestal Es aquel que está instalado sobre el nivel del terreno, en una base plataforma con cimentación adecuada y forma parte de un sistema eléctrico subterráneo

Estructura (aplicado a línea aérea) La unidad principal de soporte, generalmente un poste o torre

Estructura de transición. Son aquellos tramos de cable que estando conectados a, o formando parte de un sistema de líneas subterráneas queda arriba del nivel del suelo y está provista de terminales, generalmente conectadas a líneas aéreas quedando soportados en postes o estructuras.

Flecha.

1. **Es la distancia medida verticalmente desde el conductor, hasta una línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte.** A menos que otra cosa se indique, la flecha siempre se medirá en el punto medio del claro. Ver la figura siguiente.

Dar doble click para ver Imagen

Figura 2102.- Flecha

2. **Flecha inicial sin carga** Es la que tiene el conductor antes de aplicarle cualquier carga externa
3. **Flecha final** Es la flecha de un conductor bajo condiciones específicas de carga y temperatura aplicadas, después de que dicho conductor ha estado sujeto, durante un apreciable periodo de tiempo, a las condiciones de carga prescritas para la Zona de Carga en la que está instalado, o bien después de que se le ha aplicado, durante un lapso mínimo, una carga equivalente. La flecha final incluye el efecto de la deformación inelástica
4. **Flecha final sin carga** Es la flecha de un conductor después de que ha estado sujeto, durante un apreciable periodo de tiempo, a las condiciones de carga prescritas para la Zona de Carga en la que está instalado, o bien después de que se le ha aplicado, durante un lapso mínimo, una carga equivalente y que ésta haya sido removida, la flecha final sin carga incluye el efecto de la deformación inelástica.
5. **Flecha aparente** Es la distancia máxima entre el conductor y una línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte, medida perpendicularmente a la línea recta. Ver la figura anterior
6. **Flecha del conductor en cualquier punto** Es la distancia medida verticalmente desde un punto en particular del conductor hasta la línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte

Línea Abierta. Tipo de construcción de línea eléctrica o de comunicación con conductores desnudos o forrados que esten individualmente soportados en la estructura, ya sea directamente o mediante aisladores que al hacer contacto con cualquier elemento a diferente potencial puede ocasionar una descarga eléctrica

Línea aérea Es aquella que está constituida por conductores desnudos, forrados o aislados tendidos en el exterior de edificios o en espacios abiertos y que están soportados por postes u otro tipo de estructuras con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los mismos conductores

Línea de comunicación Es aquella que se usa para servicio de comunicación o de señales, que opera a no más de 400 V a tierra o 750 V entre dos puntos cualesquiera del circuito. Entre las líneas de comunicación se incluyen las líneas de teléfonos, telegrafos, sistemas de señales de ferrocarriles, alarmas de bomberos y de policía, cables de televisión, etcetera

Línea de suministro eléctrico Es aquella que se usa para la transmisión, distribución y utilización en general de la energía eléctrica

Las líneas de señales de más de 400 V se consideran dentro de esta clasificación para efectos de aplicación de la presente norma

- Línea en conflicto.** En la presente norma se entenderá que existe conflicto entre dos líneas aéreas próximas, cuando están situadas en tal forma que, de ocurrir el volteo de una de ellas, sus estructuras o conductores pueden llegar a tocar los conductores de la otra línea, suponiendo que ninguna de ellas se rompe y que ambas líneas no se cruzan.
- Línea subterránea.** Es aquella que está constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico o de comunicación, colocados bajo el nivel del suelo, ya sea directamente enterrados, en ductos o cualquier otro tipo de canalización.
- Longitud del claro.** Distancia horizontal entre dos soportes consecutivos de una línea aérea.
- Partes vivas (o partes energizadas)** Son aquellas que se encuentran conectadas a una fuente de potencial eléctrico o cargadas eléctricamente en tal forma que tienen un potencial diferente al de tierra.
- Persona autorizada.** Es aquella persona que cuenta con conocimientos y facultades especiales para intervenir en la operación y mantenimiento de una determinada instalación eléctrica.
- Persona idónea.** La familiarizada con la construcción y operación de los equipos e instalaciones eléctricas y con los peligros que entrañan.
- Pozo.** Recinto subterráneo accesible desde el exterior, donde se colocan equipos, cables y sus accesorios para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento por personal que puede estar en su interior.
- Registro.** Recinto subterráneo de dimensiones reducidas, donde se coloca algún equipo, cables y accesorios y para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento.
- Transición de línea.** Tramo de cable soportado en un poste u otro tipo de estructura, provisto de una terminal que interconecta línea aérea a subterránea.
- Tensión.** Es la diferencia de potencial eficaz (rcm) entre dos conductores o entre un conductor y tierra. Las tensiones indicadas en esta norma son valores nominales, a menos que se especifique otra cosa.
- Tensión nominal de un sistema o circuito.** es el valor de designación del mismo, al que están referidas ciertas características de operación. La tensión de operación puede variar arriba o abajo de este valor.
- Tensión de aguante de baja frecuencia.** Una tensión de aguante de baja frecuencia de un aislador es el valor rcm de la tensión de baja frecuencia que bajo condiciones especificadas, puede ser aplicado sin causar flameo o perforación del aislador.
- Tensión de flameo de baja frecuencia.** Una tensión de flameo de baja frecuencia de un aislador es el valor rcm de la tensión de baja frecuencia que bajo condiciones especificadas causa una descarga disruptiva sostenida a través del medio circundante.
- Terminal de cable.** Dispositivo que provee aislamiento en el extremo de un cable.

ARTICULO 2103.- METODOS DE PUESTA A TIERRA

2103-1. Objeto y campo de aplicación.

El objeto de esta Sección es proporcionar métodos prácticos de puesta a tierra, como uno de los medios de salvaguardar al público y a los operarios del daño que pudiera causar el potencial eléctrico.

Esta Sección solo se refiere a los métodos para conectar a tierra los conductores y el equipo de líneas eléctricas y de comunicación. Los requisitos que establecen en qué casos estos

elementos deben estar conectados a tierra, se encuentran en otras secciones de esta Norma.

Algunas de las conexiones a tierra aquí indicadas estarán ubicadas en las plantas generadoras o en las subestaciones, y deben considerarse en el diseño y construcción de esas instalaciones.

A. Punto de Conexión del Conductor de Puesta a Tierra

2103-2. Sistemas de corriente directa.

a) Hasta de 750 V.

En sistemas de corriente directa hasta de 750 V, que requieran estar conectados a tierra, la conexión debe hacerse sólo en la fuente de alimentación. Para sistemas de 3 hilos, esta conexión debe hacerse al neutro.

b) Más de 750 V

En sistemas de corriente directa de más de 750 V, que requieran estar conectados a tierra, la conexión debe hacerse tanto en la fuente de alimentación como en los centros de carga. Esta conexión debe hacerse al neutro del sistema. El electrodo de tierra puede estar ubicado dentro o externamente a los centros de carga.

2103-3. Sistemas de corriente alterna.

a) Hasta de 750 V

La conexión a tierra de un sistema trifásico conexión estrella de 4 hilos, o de un sistema monofásico de 3 hilos, que requieran estar conectados a tierra, debe hacerse al conductor neutro. En otros sistemas de una, dos o tres fases, asociados con circuitos de alumbrado, la conexión a tierra debe hacerse al conductor común asociado con los circuitos de alumbrado.

La conexión a tierra de un sistema trifásico de 3 hilos, derivado de un transformador conectado en delta o conectado en estrella sin conexión a tierra, el cual no sea para alimentar circuitos de alumbrado puede hacerse a cualquiera de los conductores del circuito o bien a un neutro derivado en forma separada.

La conexión a tierra debe hacerse en la fuente de alimentación y en el lado de la carga de todo equipo de servicio.

b) Más de 750 V.

b.1) Conductor sin pantalla (ya sea desnudo, forrado, o aislado sin pantalla). La conexión a tierra debe hacerse al neutro, en la fuente de alimentación. Se pueden hacer, si se desea conexiones adicionales a lo largo de la trayectoria del neutro, cuando este sea uno de los conductores del sistema.

b.2) Cable con pantalla

1. Interconexión de la pantalla del cable con la tierra de apartarrayos. Las pantallas de los cables deben unirse con el sistema de tierras de apartarrayos.
2. Cable sin chaqueta aislante. La conexión debe hacerse al neutro del transformador de alimentación y en las terminales del cable.
3. Cable con chaqueta aislante. Se recomienda hacer conexiones adicionales entre la pantalla sobre el aislamiento del cable (o armadura) y la tierra del sistema. En líneas de cable con pantalla de múltiples conexiones a tierra, la pantalla (incluyendo armadura) debe conectarse a tierra en cada unión del cable expuesta al contacto del personal.

c) Conductor de puesta a tierra separado.

Si se usa un conductor de puesta a tierra separado, añadido a un cable subterráneo, debe ser conectado en el transformador de alimentación y en los accesorios del cable cuando se requiera que estos vayan conectados a tierra. Este conductor debe estar colocado en la misma trinchera o banco de ductos (o el mismo ducto si este es de material magnético) que los

conductores del circuito

Excepción. El conductor de puesta a tierra para un circuito instalado en un ducto magnético, puede estar en otro ducto si el ducto que contiene al circuito está unido a dicho conductor en ambos extremos.

2103-4. Cables mensajeros y retenidas.

a) Cables mensajeros

Los cables mensajeros que requieran estar conectados a tierra, deben conectarse a los conductores de puesta a tierra en los postes o torres, a los intervalos máximos indicados a continuación

a.1) Cuando el cable mensajero es adecuado para conductor de puesta a tierra del sistema (ver Sección 2103-12, incisos a, b y d), una conexión como mínimo, en cada 400 m de línea

a.2) Cuando el cable mensajero no es adecuado para conductor de puesta a tierra del sistema, una conexión como mínimo, en cada 200 m. de línea, sin incluir las tierras en los servicios a usuarios

b) Retenidas.

Las retenidas que requieran estar conectadas a tierra, deben conectarse a

b.1) Estructuras de acero puestas a tierra, o a una conexión efectiva a tierra en postes de madera, o concreto

b.2) Un conductor de línea (neutro) que tenga cuando menos una conexión a tierra como mínimo en cada 400 metros, además de las conexiones a tierra en los servicios a usuarios

2103-5. Corriente en el conductor de puesta a tierra.

Los puntos de conexión a tierra deben estar ubicados en tal forma que, bajo condiciones normales, no haya un flujo de corriente inconveniente en el conductor de puesta a tierra. Si por el uso de múltiples conexiones a tierra, se tiene un flujo de corriente inconveniente en un conductor de puesta a tierra, se recomienda tomar una o más de las siguientes medidas

1. Eliminar una o más de las conexiones a tierra.
2. Cambiar la localización de las conexiones a tierra
3. Interrumpir la continuidad del conductor entre las conexiones a tierra
4. Otras medidas efectivas para limitar la corriente, de acuerdo con un estudio confiable.

La conexión a tierra en el transformador de alimentación, no debe ser removida.

Las corrientes instantáneas que se presentan bajo condiciones anormales, mientras los conductores de puesta a tierra están desempeñando sus funciones de protección, no se consideran como inconvenientes

El conductor debe tener capacidad para conducir la corriente de falla prevista, sin sobrecarga térmica o la formación de tensión excesiva

Ver la Sección 2103-12

2103-6. Conexión a tierra de cercas metálicas

Toda cerca metálica que se cruce con líneas suministradoras debe conectarse a tierra, a uno y otro lado del cruce, a una distancia sobre el eje de la cerca y no mayor a 45 m. En caso de existir una o más puertas o cualquier otra condición que interrumpa la continuidad de la cerca, esta debe aterrizar en el extremo más cercano al cruce con la línea

Esta conexión a tierra debe efectuarse uniendo todos los elementos metálicos de la cerca.

B. Conductores de Puesta a Tierra y Medios de Conexión

2103-9. Composición de los conductores de puesta a tierra.

En todos los casos, los conductores de puesta a tierra deben ser de cobre u otros metales o aleaciones que no se corroan excesivamente durante su vida útil prevista, bajo las condiciones existentes y, de ser posible, no deben tener empalmes. Si los empalmes son inevitables, deben estar hechos y conservados en tal forma que no se incremente considerablemente la resistencia del conductor, y deben tener adecuadas características mecánicas y de resistencia a la corrosión. Para apartarrayos y detectores de tierra, el conductor de puesta a tierra debe ser tan corto y exento de curvas cerradas (ángulos menores de 90°) como sea posible.

El armazón metálico de un edificio o de otra construcción, puede servir como conductor de puesta a tierra y como un aceptable electrodo de tierra.

2103-10. Desconexión del conductor de puesta a tierra.

En ningún caso debe insertarse un dispositivo de desconexión en el conductor de puesta a tierra, excepto cuando su operación ocasione también la desconexión automática de los conductores del circuito que alimenta al equipo, conectado a tierra por medio de dicho conductor.

Excepción Se permite la desconexión temporal del conductor de puesta a tierra para propósitos de prueba, hecha bajo supervisión competente.

2103-11. Medios de conexión.

La conexión del conductor de puesta a tierra y los diferentes elementos a que está unido, debe hacerse por medios que igualen las características del propio conductor y que sean adecuados para la exposición ambiental. Estos medios incluyen soldaduras, conectores mecánicos o de compresión y zapatas o abrazaderas de tierra.

2103-12. Capacidad de corriente y resistencia mecánica.

La "capacidad de corriente de tiempo corto" de un conductor de puesta a tierra desnudo, es la corriente que éste puede soportar durante el tiempo que circula la corriente, sin fundirse o cambiar su estado, bajo las tensiones aplicadas. Si el conductor de puesta a tierra es aislado, su "capacidad de corriente de corto tiempo" es la corriente que puede conducir durante el tiempo prescrito, sin que se dañe el aislamiento. Cuando en un local existen conductores de puesta a tierra en paralelo, puede considerarse la capacidad de corriente total incrementada.

a) Para sistemas conectados a tierra en un solo punto

El conductor de puesta a tierra para un sistema conectado a tierra en un solo punto, por medio de un electrodo o grupo de electrodos debe tener una "capacidad de corriente de corto tiempo" adecuada para la corriente de falla que puede circular por el propio conductor durante el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si este valor no puede ser fácilmente determinado, la capacidad de corriente permanente del conductor de puesta a tierra no debe ser menor que la corriente a plena carga del transformador u otra fuente de alimentación.

b) Para sistemas de C.A. con múltiples conexiones a tierra

El conductor de puesta a tierra para un sistema de corriente alterna con tierras en más de un lugar, excluyendo las tierras en los servicios a usuarios, debe tener una capacidad de corriente continua en cada localización cuando menos igual a un quinto de la capacidad de los conductores del sistema al que está unido. (Ver también el inciso e) de esta Sección.)

c) Para apartarrayos primarios

El conductor de puesta a tierra debe tener adecuada "capacidad de corriente de corto tiempo" bajo las condiciones de corriente excesiva causada por una onda. En ningún caso, el conductor de puesta a tierra de un apartarrayos individual debe ser de área de sección transversal menor de 13.30 mm² (No. 6 AWG) de cobre, o 21.15 mm² (4 AWG) de aluminio.

Cuando la flexibilidad del conductor de puesta a tierra es vital en la operación del

apartarrayos, tal como cerca de la base del mismo, debe emplearse conductor flexible, adecuado.

d) Para equipo, mensajeros y retenidas.

El conductor de puesta a tierra para equipo, canalizaciones, mensajeros, retenidas, cubiertas metálicas de cables y otras envolventes metálicas de conductores, debe tener la "capacidad de corriente de corto tiempo" adecuada para la corriente de falla disponible y el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si no se provee protección contra sobrecorriente o falla, la capacidad de corriente del conductor de puesta a tierra debe determinarse con base en las condiciones de diseño y operación del circuito, pero no debe ser de área de sección transversal menor de 8.37 mm^2 (No. 8 AWG) de cobre.

Cuando las envolventes metálicas de conductores y sus uniones a las cubiertas de equipo, tienen la continuidad y capacidad de corriente requeridas, se pueden usar como medio de puesta a tierra del equipo.

e) Limite de la capacidad de corriente.

El conductor de puesta a tierra no necesita tener mayor capacidad de corriente que cualquiera de las siguientes:

1. La de los conductores de fase que suministrarían la corriente de falla a tierra.
2. La corriente máxima que puede circular por el conductor, hacia el electrodo a que esté unido. Para un conductor simple de puesta a tierra, esta corriente sería igual a la tensión de suministro dividida entre la resistencia del electrodo (aproximadamente).

f) Resistencia mecánica.

Todo conductor de puesta a tierra debe tener resistencia mecánica adecuada para las condiciones a que este sometido, dentro de límites razonables. Además, los conductores de puesta a tierra sin protección deben tener una resistencia a la tensión no menor que la del área de sección transversal de 8.37 mm^2 (No. 8 AWG) de cobre suave.

2103-13. Guardas y protección.

a) Los conductores de puesta a tierra para sistemas conectados a tierra en un solo punto y aquellos conductores expuestos a daño mecánico, deben protegerse. Sin embargo, no requieren protegerse donde no estén fácilmente accesibles al público, ni donde conecten a tierra circuitos o equipo con múltiples conexiones a tierra.

b) Cuando se requiera protección, los conductores de puesta a tierra deben protegerse por medio de guardas adecuadas al riesgo razonable a que estén expuestos. Se recomienda que las guardas se extiendan por lo menos 2.50 metros arriba del suelo o plataforma en que los conductores son accesibles al público.

c) Los conductores de puesta a tierra que no tengan guardas, deben protegerse fijándolos estrechamente a la superficie del poste u otro tipo de estructura, en áreas donde estén expuestos a daño mecánico y, de ser posible, colocándolos en la parte de la estructura menos expuesta.

d) Las guardas usadas para conductores de puesta a tierra de equipo de protección contra descargas atmosféricas deben ser de material no magnético si envuelven completamente al conductor o si no están unidas en ambos extremos al propio conductor de puesta a tierra.

2103-14. Sistemas subterráneos.

a) Los conductores de puesta a tierra usados para conectarse a los electrodos y que se colocan directamente enterrados deben ser tendidos flojos o deben tener suficiente resistencia mecánica para evitar que se rompan fácilmente por movimientos de la tierra o asentamientos normales del terreno.

b) Los empalmes y derivaciones sin aislamiento de conductores de puesta a tierra directamente enterrados, deben ser hechos con soldadura o con dispositivos de compresión, para minimizar la posibilidad de aflojamiento o corrosión. Se debe reducir al mínimo el número de estos empalmes o derivaciones.

c) Las pantallas sobre aislamiento de cables, conectadas a tierra, deben unirse con todo aquel equipo eléctrico accesible conectado a tierra en los registros, pozos o bóvedas

Excepción. Esta interconexión puede omitirse cuando exista protección catódica.

d) Debe evitarse que elementos magnéticos tales como acero estructural, tuberías, varillas de refuerzo, etc., no queden interpuestos entre el conductor de puesta a tierra y los conductores de fase del circuito.

e) Los metales usados para fines de puesta a tierra, que estén en contacto directo con la tierra, concreto o mampostería, deben estar probados como adecuados para tal uso

Nota 1: En la actualidad, no está probado que el aluminio sea adecuado para este uso

Nota 2: Los metales de diferentes potenciales galvánicos, que se unan eléctricamente, pueden requerir de protección contra corrosión galvánica

f) Cuando las pantallas o armaduras sobre el aislamiento de cables, que generalmente van conectadas a tierra, se aislen de esta para minimizar las corrientes circulantes en la pantalla, deben ser aisladas donde estén accesibles al contacto del personal.

Las conexiones de transposición y los puentes de unión deben tener aislamiento para 600 V, a menos que la tensión normal en la pantalla exceda de este nivel, en cuyo caso el aislamiento debe ser adecuado para la tensión a tierra existente.

Los puentes de unión y sus medios de conexión deben ser de tamaño y diseño adecuados para soportar la corriente disponible de falla sin dañarse el aislamiento de los puentes o las conexiones de la pantalla

2103-15. Conductor de puesta a tierra común para el circuito, canalizaciones metálicas y equipo.

Si la capacidad de conducción de corriente del conductor de puesta a tierra del circuito, satisface también el requerimiento para la conexión a tierra del equipo, este conductor puede usarse para ambos fines

Dentro de dicho equipo se incluyen los armazones y cubiertas de los componentes auxiliares y de control del sistema eléctrico, canalizaciones metálicas, pantallas de cables y otras envolventes

2103-16. Separación de conductores de puesta a tierra.

a) Excepto como lo permite el inciso b) siguiente, los conductores de puesta a tierra para equipo y circuitos de las clases indicadas a continuación, deben correr separadamente hasta sus propios electrodos

a.1) Apartarrayos de circuitos de más de 750 V y armazones de equipo que opere a más de 750 V

a.2) Circuitos de alumbrado y fuerza hasta de 750 V

a.3) Puntas de pararrayos (protección contra descargas atmosféricas), a menos que estén conectadas a una estructura metálica puesta a tierra

Como otra alternativa, los conductores de puesta a tierra pueden correr separadamente hasta una barra colectora de tierra o un cable de tierra del sistema, que esté conectado a tierra en varios lugares

b) Los conductores de puesta a tierra para cualquiera de las clases de equipo indicadas en los subincisos a 1) y a 2) anteriores, pueden conectarse entre sí, utilizando un solo conductor, siempre que

b.1) Haya una conexión directa a tierra en cada localización de apartarrayos

b.2) El conductor neutro secundario sea común con el conductor neutro primario, o los dos estén conectados entre sí

c) Los circuitos primario y secundario que utilicen un conductor neutro común, deben tener cuando menos una conexión a tierra por cada 400 m de línea, sin incluir las conexiones a tierra en los servicios de usuarios

d) Cuando se usen electrodos independientes para sistemas separados, deben emplearse conductores de puesta a tierra separados. Si se usan electrodos múltiples para reducir la resistencia a tierra, estos pueden unirse entre sí y conectarse a un solo conductor de puesta a tierra

e) Se recomienda que los electrodos artificiales para apartarrayos de sistemas eléctricos no conectados a tierra, que operen a potenciales que excedan de 15 kV entre fases, estén separados cuando menos 6.0 m de cables de comunicación subterráneos

C. Electrodos de puesta a tierra

2103-20. General.

El electrodo de puesta a tierra debe ser permanente y adecuado para el sistema eléctrico de que se trate. Un electrodo común (o sistema de electrodos) debe emplearse para conectar a tierra el sistema eléctrico y las envolventes metálicas de conductores y el equipo servido por el mismo sistema. El electrodo de tierra debe ser alguno de los especificados en las Secciones 2103-21 y 2103-22

2103-21. Electrodos existentes.

Para efectos de esta Sección, se entiende por "electrodos existentes" aquellos elementos metálicos instalados para otros fines diferentes al de puesta a tierra

a) Sistemas de tubería metálica para agua

Los sistemas subterráneos de tubería metálica para agua fría, pueden usarse como electrodos de tierra

Nota: Estos sistemas normalmente tienen muy baja resistencia a tierra. Se recomienda su uso cuando estén fácilmente accesibles

Las tuberías de agua con uniones aislantes no son adecuadas para usarse como electrodos de tierra

b) Sistemas locales de tuberías de agua

Las tuberías metálicas enterradas, conectadas a pozos y que tengan suficiente baja resistencia a tierra, pueden usarse como electrodos de tierra

c) Varillas de refuerzo de acero en cimientos o bases de concreto

El sistema de varillas de refuerzo de un cimiento o base de concreto, que no este aislado del contacto directo con la tierra, y se extienda cuando menos 1.0 m abajo del nivel del terreno, constituye un efectivo y aceptable electrodo de tierra

Cuando la estructura de acero (columna, torre, poste, etc.) soportada sobre dicho cimiento o base se use como un conductor de puesta a tierra, debe ser conectada a las varillas de refuerzo por medio de la unión de estas con los tornillos de anclaje, o por medio de cable que una directamente las varillas de refuerzo con la estructura arriba del concreto.

Los amarres de acero comúnmente usados, se considera que proveen una adecuada unión entre las varillas del armado de refuerzo

Nota: Cuando las varillas de refuerzo no están conectadas adecuadamente a una estructura arriba del concreto, y esta queda sometida a corrientes de descarga a tierra (aun conectada a otro electrodo que no sean las varillas), hay posibilidad de daño al concreto interpuesto, debido a la corriente que busca camino hacia tierra a través del concreto, que es mal conductor

2103-22. ElectrodoS artificiales.

a) General.

Cuando se usen electrodos artificiales, éstos deben penetrar, tanto como sea posible, dentro del nivel de humedad permanente

Los electrodos deben ser de un metal o aleación que no se corraa excesivamente bajo las condiciones existentes y durante la vida útil de los mismos.

Toda la superficie externa de los electrodos debe ser conductora; esto es, que no tenga pintura, esmalte u otra cubierta aislante

b) Barras enterradas (clayadas).

Las barras deben tener una longitud de 2.40 m como mínimo, y estar enterradas hasta una profundidad no menor que esta longitud. El extremo superior de las barras debe quedar al mismo nivel que el terreno o abajo de éste, a menos que tenga una protección adecuada. Cuando se usen barras múltiples para reducir la resistencia a tierra, se recomienda que su separación no sea menor que el doble de su longitud

Las barras de fierro o acero deben tener un diámetro mínimo de 16.0 mm. Las barras de acero inoxidable y las que tienen revestimiento de cobre o acero inoxidable, deben tener un diámetro mínimo de 12.7 mm.

c) Alambre, tiras o placas:

En áreas de alta resistividad del suelo o con capas de roca superficiales, o cuando se requiere menor resistencia que la asequible con barras enterradas, puede ser más útil el uso de uno o varios de los siguientes electrodos

c.1) Alambre desnudo de 4.5 mm de diámetro o mayor, enterrado a una profundidad de 50 cm como mínimo y de longitud total no menor de 30 metros, tendido más o menos derecho, constituye un aceptable electrodo artificial. El alambre puede ser de un solo tramo o de varios tramos conectados entre si por sus extremos o en cualquier punto

El alambre puede tomar la forma de una malla con muchos tramos paralelos distribuidos en un arriéglo de dos dimensiones.

En este caso donde se encuentre lecho de roca, la profundidad puede ser menor de 50 cm

c.2) Tiras metálicas con longitud total no menor de 3.0 m y superficie total (tomando en cuenta ambos lados) no menor de 0.50 m², enterradas a una profundidad de 50 cm como mínimo constituyen aceptables electrodos artificiales

Las tiras de metal ferroso deben tener un espesor no menor de 6.0 mm y las de metal no ferroso no menor de 2.0 mm

c.3) Placas o láminas metálicas que tengan 0.20 m² o más de superficie en contacto con la tierra enterradas a una profundidad de 1.50 m como mínimo, constituyen aceptables electrodos artificiales

Las placas o laminas de metal ferroso deben tener un espesor no menor de 6.0 mm y las de metal no ferroso no menor de 2.0 mm

d) Placas o alambres colocados al extremo de postes

d.1) General En áreas de muy baja resistividad del suelo, se pueden aceptar como electrodos artificiales los descritos en los subincisos d.2) y d.3) siguientes, aunque son inadecuados en la mayoría de otros lugares

Donde se ha probado que estos electrodos tienen baja resistencia a tierra, pueden usarse para las aplicaciones establecidas en la Sección 2103-4, subincisos a.1) y b.2), la Sección 2103-16, inciso c) y la Sección 2103-32, inciso c), sin embargo, estos tipos de electrodos no deben ser los unicos existentes en lugares donde hay transformadores

d.2) Placas al extremo de postes Con las limitaciones indicadas en el subinciso d.1) anterior, una placa doblada sobre la base de un poste de madera, puede considerarse como un aceptable electrodo de tierra. La placa debe ser de un espesor no menor de 6.0 mm si es de metal ferroso y no menor de 2.0 mm, si es de metal no ferroso. Además, la superficie de la placa en contacto directo con la tierra, no debe ser menor de 500 cm².

d.3) Alambres enrollados al extremo de postes Con las limitaciones indicadas en el subinciso d.1) anterior, el electrodo de tierra puede ser alambre fijado al extremo de un poste previamente a su colocación. El alambre debe tener una longitud no menor de 3.70 m en contacto directo con la tierra y ser de área de sección transversal no menor de 13.30 mm² (No. 6 AWG) de cobre. Dicho alambre debe extenderse hasta la base del poste.

e) Electrodo embebidos en concreto

Un alambre, varilla o placa estructural metálicos, que cumplan con la Sección 2103-14 inciso e), embebidos en concreto que no esté aislado del contacto directo con la tierra, constituyen aceptables electrodos de tierra. La profundidad del concreto, con respecto a la superficie del terreno, no debe ser menor de 30 cm, recomendándose una profundidad de 75 cm.

El alambre debe ser cuando menos de un área de sección transversal de 21.15 mm² (No. 4 AWG) si es de cobre, o de diámetro no menor de 12.7 mm si es de acero. La longitud mínima del mismo debe ser de 6.10 m, que debe estar completamente dentro del concreto, excepto en la conexión exterior. El conductor debe estar tendido tan recto como sea posible.

Los elementos metálicos pueden estar colocados en tramos cortos, ordenados dentro del concreto y conectados entre sí (como es el caso del armado de refuerzo de una base de estructura).

Nota 1: La menor resistencia a tierra por unidad de longitud del alambre, será resultado de una instalación recta del mismo.

Nota 2: No se requiere que la configuración exterior del concreto sea regular, sino que puede moldearse en una excavación irregular, como en terreno rocoso.

Nota 3: Los electrodos embebidos en concreto son, con frecuencia, más prácticos y efectivos que las varillas, tiras o placas directamente enterradas.

D. Medios de Conexión a Electrodo

2103-26 General.

Hasta donde sea posible las conexiones a los electrodos deben ser accesibles. Los medios para hacer estas conexiones deben proveer la adecuada sujeción mecánica, permanencia y capacidad de conducción de corriente tal como los siguientes:

a) Una abrazadera, accesorio o soldadura permanentes y efectivos.

b) Un conector de bronce con rosca que penetre bien ajustado en el electrodo.

c) Para construcciones con estructura de acero en las que se empleen como electrodo las varillas de refuerzo embebidas en concreto (del cemento), debe usarse una varilla de acero similar a las de refuerzo para unir, mediante soldadura, una varilla principal de refuerzo con un tornillo de anclaje.

El tornillo debe ser conectado sólida y permanentemente a la placa de asiento de la columna de acero soportada en el concreto. El sistema eléctrico puede conectarse entonces, para su puesta a tierra a la estructura del edificio, usando soldadura o un tornillo de bronce que se sujete en algún elemento de la misma estructura.

d) Para construcciones con estructuras de concreto armado, en las que se emplee un electrodo consistente en varillas de refuerzo o alambre embebidos en concreto (del cemento), se

debe usar un conductor de cobre desnudo de calibre adecuado para satisfacer el requisito de la Sección 2103-12, pero de área de sección transversal no menor de 21.15 mm² (No. 4 AWG) que se conecte a las varillas de refuerzo o al alambón, mediante un conector adecuado para cable de acero.

El conector y la parte expuesta del conductor de cobre, se deben cubrir completamente con mastique o compuesto sellador, antes de que el concreto sea vaciado, para minimizar la posibilidad de corrosión galvánica.

El conductor de cobre debe sacarse por arriba de la superficie del concreto en el punto requerido por la conexión con el sistema eléctrico. Otra alternativa es sacar al conductor por el fondo de la excavación y llevarlo por fuera del concreto para la conexión superficial, en este caso el conductor de cobre desnudo no debe ser de área de sección transversal menor que 33.62 mm² (No. 2 AWG)

2103-27. Punto de conexión a sistemas de tuberías.

a) El punto de conexión de un conductor de puesta a tierra a un sistema de tubería metálica para agua fría, debe estar lo más cerca posible de la entrada del servicio de agua al edificio o cerca del equipo a ser conectado a tierra donde resulte más accesible. Entre este punto de conexión y el sistema subterráneo de tubería, debe haber continuidad eléctrica permanente, por lo que deben instalarse puentes de unión donde exista posibilidad de desconexión, tal como en los medidores de agua y en las uniones del servicio.

b) Los electrodos artificiales o las estructuras conectadas a tierra, deben separarse por lo menos 3.0 m de líneas de tubería usadas para la transmisión de líquidos o gases inflamables que operen a altas presiones (10.5 kg/cm² o más), a menos que estén unidos eléctricamente y protegidos catódicamente como una sola unidad.

Debe evitarse la instalación de electrodos a menos de 3.0 m de distancia de dichas líneas de tubería, pero en caso de existir, deben ser coordinados de manera que se asegure que no se presenten condiciones peligrosas de corriente alterna y no sea nulificada la protección catódica de las líneas de tubería.

2103-28. Superficies de contacto.

Cualquier recubrimiento de material no conductor tal como esmalte, moho o costra, que esté presente sobre las superficies de contacto de electrodos en el punto de la conexión debe ser removido completamente donde se requiera a fin de obtener una buena conexión.

E. Resistencia a Tierra de Electrodos

2103-32. General.

El sistema de tierras debe consistir de uno o más electrodos conectados entre sí. Este sistema debe tener una resistencia a tierra suficientemente baja para minimizar los riesgos al personal en función de la tensión de paso y de contacto (se considera bueno un valor de 10, en terrenos con alta resistividad este valor puede llegar a ser hasta de 25, si la resistividad es mayor a 3000 -m se permiten 50) y para permitir la operación de los dispositivos de protección.

a) Plantas generadoras y subestaciones

Cuando están involucradas tensiones y corrientes muy altas, se requiere de un sistema enmallado de tierra con múltiples electrodos y conductores enterrados y otros medios de protección.

b) Sistemas de un solo electrodo

Los sistemas con un solo electrodo deben utilizarse cuando el valor de la resistencia a tierra no exceda de 25 ohms en las condiciones más críticas.

Para instalaciones subterráneas el valor recomendado de resistencia a tierra es 5 ohms.

c) Sistemas con múltiples conexiones a tierra

El neutro, cuya capacidad de corriente debe ser adecuada al servicio de que se trate, debe estar conectado a un electrodo artificial en cada transformador y en otros puntos de la línea, de tal manera que se tenga una conexión a tierra como mínimo, en cada 400 m de línea sin incluir las conexiones a tierra en los servicios de usuarios

Nota: Los sistemas de múltiples conexiones a tierra que se extienden a través de distancias considerables, dependen más de la cantidad de los electrodos de tierra que de la resistencia a tierra de cualquier electrodo individual

F. Método de Puesta a Tierra para Aparatos de Comunicación

2103-36. Teléfonos y otros aparatos de comunicación en circuitos expuestos al contacto con líneas de suministro eléctricos y a descargas atmosféricas.

Los protectores y, cuando se requiera, las partes metálicas no portadoras de corriente expuestas, ubicadas en las centrales telefónicas o en instalaciones exteriores, deben conectarse a tierra en la forma siguiente

a) Electrodo

El conductor de puesta a tierra debe conectarse a un electrodo aceptable, como los descritos en la Subsección C. Otra alternativa es hacer esta conexión a la cubierta metálica del equipo del servicio eléctrico o al conductor del electrodo de tierra, cuando el conductor neutro del servicio eléctrico este conectado a un aceptable electrodo de tierra en el edificio

b) Conexión del electrodo

El conductor de puesta a tierra debe ser preferentemente de cobre, de área de sección transversal no menor de 2.08 mm² (No. 14 AWG) o de cualquier otro material de capacidad de conducción de corriente equivalente que no sufra corrosión bajo las condiciones de uso. La conexión de este conductor al electrodo de tierra debe hacerse por medio de un conector adecuado

c) Unión de electrodos

Debe colocarse un puente de unión de área de sección transversal no menor de 13.30 mm² (No. 6 AWG) de cobre u otro material de capacidad de conducción de corriente equivalente entre el electrodo de los equipos de comunicación y el electrodo del neutro del sistema eléctrico, cuando se usen electrodos separados en la misma edificación



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
BAJO LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM - 001 - SEMP - 1994
(PARTE 2)**

TEMA:

CAPITULO "XXII"

LINEAS ÁEREAS

REQUISITOS GENERALES

**EXPOSITOR: ING. RODOLFO LORENZO BAUTISTA
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 1999**

CAPITULO 22 LINEAS AEREAS

ARTICULO 2201.- REQUISITOS GENERALES

2201-1. Aplicación.

Este capítulo contiene los requisitos mínimos que deben cumplir las líneas aéreas de energía eléctrica y de comunicación y sus equipos asociados, con la finalidad de obtener la máxima seguridad, protección al medio ambiente y uso eficiente de la energía

2201-2. Posición relativa de líneas.

a) La posición que ocupen los conductores de líneas eléctricas de diferente tensión, en una misma estructura, debe ser tal que los conductores de mayor tensión queden arriba de los de tensión menor.

b) Cuando conductores de líneas eléctricas y de comunicación estén instalados en una misma estructura, los primeros deben estar, en los niveles superiores.

c) De lo indicado en los dos incisos anteriores, se exceptúan los alimentadores de troles, que por conveniencia pueden estar aproximadamente al nivel de los conductores de contacto del trole

d) En cruzamientos o líneas en conflicto, debe utilizarse la misma disposición descrita en los incisos a) y b) anteriores

e) Se debe evitar, hasta donde sea posible, la existencia de líneas en conflicto.

2201-3. Consideraciones generales sobre la separación de conductores.

a) Medición de separaciones y espaciamentos

Para referirse a las distancias entre conductores y a sus soportes, estructuras, construcciones, nivel del suelo, etc., se usan en este capítulo los términos separación y espaciamento. Debe entenderse que una separación es la distancia de superficie a superficie y un espaciamento la distancia de centro a centro

Para propósito de medición de las separaciones, los herrajes y accesorios que estén energizados debido a su conexión eléctrica a los conductores de la línea, se deben considerar como parte integral de los mismos conductores. Las bases metálicas de las mufas, apartarrayos y de equipos similares, deben ser consideradas como parte de la estructura de soporte.

b) Cables eléctricos aislados.

Las separaciones para los tipos de cables descritos en los siguientes subincisos, así como para sus empalmes y derivaciones, pueden ser menores que las establecidas para conductores desnudos de la misma tensión eléctrica siempre que sean capaces de soportar pruebas conforme a las Normas aplicables

b.1) Cables de cualquier tensión que tengan cubierta o pantalla metálica continua efectivamente puesta a tierra o bien cables diseñados para operar en un sistema de conexión múltiple a tierra de 22 kV o menos que tengan una pantalla semiconductor sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero neutro desnudo efectivamente conectado a tierra

b.2) Cables de cualquier tensión no incluidos en el subinciso anterior, que tengan una pantalla semiconductor continua sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un

mensajero desnudo efectivamente conectado a tierra.

b.3) Cables aislados sin pantalla sobre el aislamiento, que operen a tensiones no mayores de 5 kV entre (n^o)(1) fases, o 2.9 kV de fase a tierra

c) Conductores forrados

Los conductores forrados deben ser considerados como desnudos para todos los requisitos de separaciones, excepto en lo que se refiere al espaciamiento entre conductores de la misma fase o de diferentes circuitos, incluyendo conductores conectados a tierra

El espaciamiento para conductores forrados puede ser menor que el mínimo requerido para conductores desnudos, siempre y cuando sean propiedad de la misma empresa y que su cubierta proporcione suficiente resistencia dieléctrica para prevenir cortocircuitos en caso de contacto momentáneo entre conductores o entre estos y el conductor conectado a tierra.

d) Conductores neutros

Los conductores neutros deben tener la misma separación y altura que los conductores de fase de sus respectivos circuitos. Se exceptúan los conductores neutros efectivamente conectados a tierra a lo largo de la línea, cuando estén asociados con circuitos hasta de 22 kV a tierra, los cuales pueden considerarse para fines de fijar su separación y altura, como conductores de circuitos de hasta 750 V entre fases

e) Circuitos de corriente alterna o directa.

Las disposiciones de este Artículo son aplicables tanto a circuitos de corriente alterna como de corriente directa

En los circuitos de corriente directa, se deben aplicar las mismas separaciones establecidas par los circuitos de corriente alterna que tengan la misma tensión de cresta a tierra

f) Circuitos de corriente constante

Para fijar las separaciones que deben guardar los circuitos de corriente constante, se debe tomar como base la tensión nominal del circuito a plena carga

2201-4. Arreglo de conductores.

a) Identificación

Se recomienda que todos los conductores de líneas eléctricas y de comunicación que vayan tendidos en las mismas estructuras, conserven una misma posición en todo su trayecto y de ser posible se marquen en algunos de los soportes para complementar su identificación. Esto no prohíbe la transposición sistemática de los conductores

b) Conexiones y derivaciones

Las conexiones, derivaciones y equipos de líneas aéreas, deben ser fácilmente accesibles a personas autorizadas. Los conductores que se usen para dichas derivaciones, deben soportarse y colocarse de manera que no lleguen a tocar otros conductores, por movimientos laterales o por colgarse demasiado, ni reduzcan el espacio para subir o trabajar

2201 5. Árboles próximos a conductores.

En la proximidad de los conductores los árboles deben ser podados para evitar que el movimiento de las ramas o de los propios conductores, pueda ocasionar fallas a tierra o entre fases

También se recomienda podar los árboles para prevenir que sus ramas, al desprenderse, puedan caer sobre los conductores, especialmente en cruzamientos y claros adyacentes

Esta poda deberá llevarse a cabo atendiendo las recomendaciones de protección al medio ambiente con objeto de combinar la necesidad de coexistencia de líneas y árboles. Se recomienda que la siembra de árboles bajo líneas existentes se realice con especies cuya altura de crecimiento se pueda manejar sin afectación a su aspecto y sin riesgo para el propio árbol y la línea existente

2201-6. Aisladores.

a) Material y construcción.

Los aisladores que se usen en líneas eléctricas, deben cumplir los requisitos que establecen las Normas expedidas por la Secretaría

b) Pruebas

Cada aislador diseñado para operar en líneas con tensiones mayores de 23 kV, debe someterse en fabrica a las pruebas que sean necesarias, de acuerdo con la Norma correspondiente.

c) Nivel de aislamiento

Los valores de la tensión de flameo en seco de un aislador, o cadena de aisladores, cuando se prueben de conformidad con las normas antes citadas, no deben ser inferiores a los indicados en la Tabla 2201.6 c). Estos valores deben corregirse adecuadamente cuando las condiciones de prueba no correspondan a las condiciones normales establecidas

Tabla 2201.6 c).-Tensiones mínimas de flameo en seco, de aisladores

Tensión nominal (entre fases) kV	Tension minima de prueba kV	Tension nominal (entre fases) kV	Tensión minima de prueba *
0.75	5	85.0	220
2.4	20	115.0	315
7.5	40	138.0	390
13.2	55	150.0	420
23.0	75	161.0	445
34.5	100	230.0	640
46.0	125	400.0	1120
69.0	175		

- * Condiciones especificadas de prueba
- Temperatura ambiente: 25°C
- Presion atmosferica: 101.3 kPa (760 mm de Hg)
- Presion de vapor: 15.5 mm de Hg

d) Consideraciones generales sobre la selección de aisladores.

d.1) En zonas donde las descargas atmosféricas son severas o existen condiciones de contaminación desfavorables (salinidad, corrosión, gases y lluvia ácida, humo, polvo, neblina, etc), o bien se tienen sequias prolongadas que ocasionen acumulacion de contaminantes, seguidas por lluvias escasas deben usarse aisladores con tensiones de flameo en seco mayores a las indicadas en la Tabla 2201.6 c), o con características especiales adecuadas para el ambiente en que van a operar

d.2) La resistencia mecánica de los aisladores debe ser suficiente para soportar los esfuerzos mecánicos a los que estén sometidos sin exceder los siguientes porcentajes de su resistencia mecánica a la ruptura

Cantiliver	40%
Compresion	50%
Tension	50%

Nota: Para los aisladores tipo suspension su resistencia electromecánica combinada debe ser considerada como la resistencia mecánica a la ruptura

d.3) En circuitos de corriente constante, los aisladores deben seleccionarse en base a la tensión nominal a plena carga del circuito.

2201-7. Equipo eléctrico conectado a las líneas.

a) Accesibilidad.

Todo el equipo eléctrico conectado a las líneas, como transformadores, reguladores, interruptores, cortacircuitos fusibles, desconectadores, apartarrayos, capacitores, etc., así como sus equipos de control, deben estar dispuestos en tal forma que sean fácilmente accesibles a personas autorizadas, para lo cual se deben proveer los espacios adecuados para operarlos y darles mantenimiento.

b) Indicación de posición de operación

Los interruptores, cortacircuitos y desconectadores deben indicar claramente su posición de "abierto" o "cerrado", ya sea que se encuentre dentro de gabinetes o estén descubiertos.

c) Fijación de posición

Los interruptores o desconectadores conectados a las líneas en lugares accesibles a personas no autorizadas, deben estar provistos de mecanismos de seguridad que permitan asegurar su posición de "abierto" o "cerrado" para evitar operaciones indeseadas.

En lo posible, estos equipos deben tener uniformidad en la disposición de sus manijas u otros medios de operación, de tal manera que siempre exista una misma posición física para la condición de abierto y otra diferente para la de cerrado. De no ser posible esta uniformidad en su diseño, los equipos deben marcarse convenientemente para evitar errores de operación.

Los dispositivos de desconexión de líneas aéreas de distribución y transmisión controlados remotamente o en forma automática deberán estar provistos de medios locales que hagan inoperable el control remoto o automático.

d) Transformadores y equipos montados en postes

La parte más baja de los transformadores en postes, debe estar a una altura no menor de 4.45 m en lugares transitados solamente por peatones, y no menor de 4.60 m en lugares transitados por vehículos.

e) Equipo de alumbrado público

e.1) Separación horizontal. Los luminarios con lámparas de descarga eléctrica o incandescentes, deben tener una separación horizontal no menor de 1.40 metros a ventanas, pórticos y otros lugares accesibles al público en general.

e.2) Alturas sobre el suelo. Los luminarios deben montarse a una altura sobre el suelo no menor que las siguientes:

- En lugares solo transitados por peatones 4.45 m.
- En lugares transitados por vehículos 4.60 m

2201-8. Conexión a tierra de circuitos, estructuras y equipo.

a) Métodos.

Las conexiones a tierra especificadas en estas normas, deben efectuarse de conformidad con los métodos indicados en el Artículo 2103.

b) Partes no portadoras de corriente

Las estructuras metálicas, incluyendo postes de alumbrado, las canalizaciones metálicas; los marcos, tanques y soportes del equipo de líneas; las cubiertas metálicas de los cables aislados; las manijas y palancas metálicas para operación de equipo, así como los cables mensajeros, deben estar efectivamente conectados a tierra de tal manera que durante su operación no ofrezcan peligro a personas o animales.

Puede omitirse esta conexión a tierra en casos especiales, cuando así lo requiera la operación del equipo, siempre que existan protecciones que impidan el contacto de personas o

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

animales con dichas partes metálicas, o bien cuando éstas queden fuera de su alcance, a una altura mayor de 2.5 m.

c) Retenidas

Las retenidas también deben cumplir con lo indicado en el inciso anterior, cuando sujeten estructuras que soporten circuitos de más de 300 V, o estén expuestas a contacto con dichos circuitos

Esta disposición no es aplicable en los siguientes casos:

1. Cuando las retenidas tengan uno o más aisladores, siempre que éstos cumplan con lo indicado en la Sección 2210-2
2. Cuando la estructura soporte exclusivamente cables aislados de los tipos descritos en la Sección 2201-3 subincisos b 1), b.2) y b.3)
3. Cuando la retenida sujete una estructura que soporte circuitos de más de 34.5 kV entre fases y se localice en una zona despoblada

Si el material de las retenidas y anclas es metálico, puede considerarse como elemento de puesta a tierra

2201-9. Capacidad de corriente de conductores desnudos.

Al seleccionar los conductores desnudos con base a su capacidad de corriente, se recomienda no sobrepasar los valores que han sido determinados en base a las propiedades físicas del material, bajo ciertas condiciones de temperatura ambiente y de elevación de temperatura en el propio conductor.

La tabla 2201.9 muestra valores máximos de capacidad de conducción de corriente, para los calibres de conductores de cobre y de aluminio desnudos más usuales en líneas aéreas. Estas capacidades corresponden a 75°C de temperatura total en el conductor, operando a un régimen de carga constante

Tabla 2201.9.-Capacidad máxima de conducción de corriente (amperes) en conductores desnudos de cobre, aluminio y ACSR.

Calibre AWG o kCM	Cobre *	ACSR	AL
8	90		
6	130	100	98
4	180	140	130
2	240	180	180
1/0	310	230	235
2/0	360	270	275
3/0	420	300	325
4/0	490	340	375
266 8	--	460	445
336 4	--	530	520
477 0	--	670	650
636 0	--	780	760
795 0	--	910	880
954 0	--	1010	970
1113 0	--	1110	1100
1351 0	--	1250	1230
1510 5	--	1340	1375
1590 0	--	1380	1600

Bases:

Temperatura total máxima en el conductor: 75°C

Temperatura ambiente: 25°C

Velocidad del viento: 0.6 m/s

Factor de emisividad: 0.5

Frecuencia: 60 Hz

* Conductor de cobre duro con 97.3% de conductividad (IACS)

ARTICULO 2202.- SEPARACIÓN DE CONDUCTORES EN UNA MISMA ESTRUCTURA. ESPACIOS PARA SUBIR Y TRABAJAR

2202-1. Aplicación.

Los requisitos de este Artículo establecen las separaciones mínimas entre conductores de líneas aéreas, eléctricas y de comunicación, así como las que estos deben guardar a sus soportes cables mensajeros, retenidas cables de guarda etc., cuando están instalados en una misma estructura

Para fines de aplicación en los cables aislados de uno o varios conductores y los conductores forrados descritos en la Sección 2201-3, incisos b) y c), así como los conductores en grupo, soportados por aisladores o mensajeros, se consideran como un solo conductor, aun cuando estén formados por conductores individuales de diferente fase o polaridad

A menos que se indique de otra forma, la tensión entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos, debe tomarse como el mayor valor que resulte de los siguientes

1. La diferencia vectorial entre los conductores involucrados
2. La tensión de fase a tierra del circuito de mas alta tension .

Las separaciones obtenidas con las formulas consideradas en este Artículo, son aplicables especialmente a líneas aéreas con tensiones usuales para distribución. En líneas de subtransmision y transmision, la separacion entre conductores queda definida, ademas de los factores aqui considerados, por la geometria de las estructuras, la coordinacion, de aislamiento, el efecto corona, la longitud de los claros y la experiencia obtenida con diseños anteriores que hayan operado satisfactoriamente

Nota: En el texto de estos requisitos se debe entender como soporte de los conductores, el conjunto de elementos que sostienen directamente a los conductores, como son las crucetas, bastidores u otros medios similares junto con sus aisladores

2202-2. Separación horizontal entre conductores de línea.

La separación horizontal entre conductores de línea debe ser como sigue

a) En soportes fijos

Los conductores en soportes fijos (con aisladores rígidos), deben tener una separación horizontal en sus soportes no menor que el mayor de los valores obtenidos según los subincisos a 1) y a 2) siguientes. Estas separaciones no se aplican si los conductores son cables aislados de los tipos descritos en la Sección 2201-3 inciso b), o bien si son conductores forrados de un mismo circuito que cumplen con lo indicado en la Sección 2201-3 inciso c)

- a.1) Separación horizontal mínima. La separación horizontal entre conductores, ya sean del mismo o de diferente circuito, no debe ser menor que la especificada en la Tabla

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

2202.2 a.1).

a.2) Separación de acuerdo con la flecha. La separación horizontal entre soportes de conductores, ya sean del mismo o de diferente circuito, no debe ser menor que el valor dado por las fórmulas siguientes. En caso de que el valor obtenido de la Tabla 2202.2 a 1) sea mayor, debe usarse ese valor, excepto para conductores del mismo circuito con tensión mayor de 50 kV.

Fórmula 1 Para conductores de área transversal menor de 33.6 mm² (2 AWG)

$$S = 7.62(kV) + 7 \sqrt{(3.52 - 5.880) (ne)} (2)$$

Fórmula 2. Para conductores de área transversal mayor ó igual a 33.6 mm² (2AWG)

$$S = 7.62(kV) + 8 \sqrt{(2.12) (ne)} (3)$$

En donde

S, es la separación en mm.

kV, es la tensión entre los 2 conductores para los que se calcula la separación, excepto el caso de alimentadores de transporte eléctrico, en que la tensión es de fase a tierra.

f, es la flecha aparente y final sin carga en mm, del conductor de mayor flecha en el claro, a una temperatura de 16°C y con una tensión mecánica del 25 por ciento de la de ruptura.

La Tabla 2202.2 a 2) muestra las separaciones que se obtienen al aplicar las fórmulas 1 y 2 anteriores, en algunos valores de flecha y tensión eléctrica de conductores.

La separación entre conductores de circuitos con tensión mayor de 50 kV, se debe incrementar 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1 000 m sobre el nivel del mar.

Todas las separaciones para tensiones superiores a 50 kV, deben determinarse con base en la tensión máxima de operación.

Tabla 2202.2 a.1).-Separación horizontal mínima entre conductores, del mismo o de diferente circuito, en sus soportes fijos (1).

Clase de circuito	Separación mínima en centímetros
Línea de comunicación abierta (excepto en transposiciones)	15 (mínimo preferible) 7.5 (permitido en casos donde espaciamentos entre aisladores tipo alfiler menores de 15.2 cm, se hayan utilizado normalmente)
Alimentadores para transporte eléctrico (2):	
De 0 a 750 V, calibre 4/0 AWG o mayor	15
De 0 a 750 V, calibre menor que 4/0 AWG	30
De 750 V. a 8.7 kV	30
Conductores eléctricos del mismo circuito:	
De 0 a 8.7 kV	30
De 8.7 a 50 kV	30 mas 1.0 cm por cada kV en exceso de 8.7
Más de 50 kV	(3)
Conductores eléctricos de diferentes circuitos:	
De 0 a 8.7 kV	30
De 8.7 a 50 kV	30 mas 1.0 cm por cada kV en exceso de 8.7
De 50 a 814 kV	72.5 más 1.0 cm por cada kV en exceso de 50 (4)

Notas de la tabla 2202.2 a.1)

(1) Todas las tensiones son entre los conductores involucrados, excepto para

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

alimentadores de transporte eléctrico, las cuales son a tierra.

La tensión entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos, debe tomarse como la diferencia vectorial de las tensiones de ambos circuitos. Para determinar la separación entre conductores de la misma fase pero de diferentes circuitos, el conductor con menor tensión debe ser considerado como puesto a tierra.

- (2) Para conductores que tengan flecha aparente y tensiones no mayores de 1.0 m y 8.7 kV respectivamente, en los que separaciones de 25.4 a 30.4 cm se hayan utilizado normalmente, pueden continuarse aplicando dichas separaciones, siempre que se cumpla con la Sección 2202-2, subinciso a.2).
- (3) La separación para conductores del mismo circuito, con tensión mayor de 50 kV, debe determinarse de conformidad con lo establecido en la Sección 2202-2, subinciso a.2).
- (4) Para conductores de diferentes circuitos con tensión mayor de 50 kV, la separación adicional se debe incrementar 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar. Todas las separaciones para tensiones superiores a 50 kV, deben determinarse con base en la tensión máxima de operación.

b) En aisladores de suspensión. Cuando se usen aisladores de suspensión con movimiento libre, la separación entre los conductores debe aumentarse lo necesario para que, al inclinarse una cadena de aisladores hasta formar un ángulo de 30 grados con la vertical, la separación no sea menor que la señalada en el inciso a) anterior

Tabla 2202.2 a.2).-Separación horizontal mínima "S" de conductores en sus soportes fijos, del mismo o de diferente circuito, de acuerdo con su flecha.

Tensión nominal (entre fases)	S en cm (Fórmula 1)					S en cm (Fórmula 2)				
	Para flecha en m de					Para flecha en m de:				
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Volts:										
6600	46	66.33	81.45	94.14	105.0	41.86	50.1	57.12	63.27	68.82
13800	51	71	86	98	109	47	55	62	69	74
23000	58	78	93	105	116	54	62	69	76	81
34500	66	87	102	114	125	63	71	78	84	90

2202-3. Separación vertical entre conductores de línea

La separación vertical entre conductores de línea localizados en diferentes niveles de una misma estructura debe ser cuando menos la indicada en los incisos siguientes

a) Separación básica de conductores, del mismo o de diferentes circuitos

Las separaciones indicadas en la Tabla 2202.3 a) deben aplicarse a conductores con tensiones hasta de 50 kV (No se especifican separaciones verticales entre conductores del mismo circuito, para tensiones mayores de 50 kV)

Excepción No 1 Los conductores soportados por bastidores verticales, o por ménsulas separadas colocadas verticalmente que cumplan los requisitos de la Sección 2202-7, deben

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

tener los espaciamentos que ahí se indican

Excepción No. 2. Este requisito no se aplica a conductores forrados del mismo circuito, de conformidad con lo indicado en la Sección 2201-3, inciso c).

b) Separaciones adicionales.

Las separaciones que se indican en la tabla 2202.3 a), deben incrementarse de acuerdo con las condiciones citadas a continuación. Los incrementos serán acumulables cuando sea aplicable más de una de estas condiciones.

b.1) Tensiones entre conductores mayores de 50 kV.

1. Para tensiones entre 50 y 814 kV, la separación entre conductores de diferentes circuitos debe ser incrementada 1.0 cm por cada kV en exceso de 50.
2. El incremento en separación para tensiones mayores de 50 kV, especificado en el punto anterior, debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar.
3. Todas las separaciones para tensiones superiores a 50 kV, deben determinarse en base a la tensión máxima de operación
4. No se especifica incremento para separación entre conductores del mismo circuito

b.2) Conductores con diferentes flechas en la misma estructura

Los conductores soportados a diferentes niveles en la misma estructura y tendidos con distintas flechas, deben tener una separación vertical en sus soportes, en tal forma que la separación mínima entre ellos, en cualquier punto del claro, no sea menor que la establecida en los puntos siguientes, considerando que el conductor superior y el inferior tienen su flecha final sin carga, a temperaturas de 50°C el primero y de 16 °C el segundo

1. Para tensiones menores de 50 kV entre conductores, se puede aplicar el 75% de la separación entre soportes indicada en la Tabla 2202.3 a).
2. Para tensiones mayores de 50 kV entre conductores, el valor especificado en el punto 1 anterior, debe incrementarse de acuerdo con lo indicado en el subinciso b.1) de esta Sección

Cuando sea necesario las flechas deben ser reajustadas para cumplir con lo anterior, previendo que no se exceda lo establecido en la Sección 2209-3 para la tensión mecánica de los conductores

2202-4. Separación diagonal entre conductores de línea localizados en diferentes niveles de la misma estructura.

Ningun otro conductor debe estar dentro del area marcada con línea punteada en la Figura 2202.4, en la cual V y H deben determinarse con base en las separaciones mínimas vertical y horizontal establecidas en esta Sección

2202-5. Separación en cualquier dirección de conductores de línea a soportes, a otros conductores verticales o derivados, a mensajeros y a retenidas sujetos a la misma estructura.

a) En soportes fijos

La separación no debe ser menor que la indicada en la Tabla 2202.5a)

Tabla 2202.3a)

Separación vertical mínima entre conductores, en sus soportes (metros).

Conductores en niveles inferiores	Lineas aereas abiertas con tension entre conductores			
	de:			
	Hasta 750	Más de 750	Más de	Más de

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

		V (1)	a 8,700	V 8,700 a 15,000 V	15,000 a 50,000 V
De comunicación	/En general	1.00	1.00	1.50	1.50
	< Utilizados en la operación	0.40	0.40	1.00	1.00
	\de líneas eléctricas aéreas	0.40	0.40	1.00	1.00
	/Hasta 750 (1)	---	0.40	1.00	1.00
Electricos con tension entre conductores en volts de	{Mas de 750 hasta 8,700	---	---	1.00	1.00
	{Mas de 8,700 a < 15,000	---	---	0.40	1.00
	{Si no se trabaja con línea viva	---	---	---	1.00
	{Mas de 15,000 hasta 50,000	---	---	---	---

(1) Los valores de esta columna (o renglon) se aplican también a cables aislados de los tipos descritos en la Sección 2201-3 inciso b), así como a conductores neutros conectados efectivamente a tierra, en circuitos hasta de 22 kV a tierra.

(EN) Esta Tabla reformateada se muestra en el Apéndice

Dar doble click para ver Imagen

V=Separación mínima vertical

H=Separación mínima horizontal

Figura. 2202.4

b) En aisladores de suspensión

Cuando se usen aisladores de suspensión que puedan oscilar libremente, la separación mínima debe ser incrementada lo necesario para que, cuando la cadena de aisladores forme un ángulo de 30

grados con la vertical, la separación no sea menor que la indicada en el inciso a) anterior.

2202-6. Separación entre circuitos de diferente tensión montados en la misma cruceta.

Los circuitos eléctricos con tensiones hasta de 50 kV entre conductores, pueden montarse en la misma cruceta, con circuitos de tensión inmediata superior o inferior, siempre que se cumpla con una o más de las siguientes condiciones.

a) Que los circuitos ocupen lados opuestos de la estructura

b) En los tipos de construcción con crucetas voladas o soportadas en sus dos extremos, que los circuitos estén separados por una distancia no menor que el espacio para subir estipulado en la Sección 2202-9 para el circuito de tensión mayor

c) Que los conductores de tensión menor ocupen las posiciones más próximas a la estructura, y los de tensión mayor las posiciones más distantes

d) Que uno de los dos circuitos considerados sea de comunicación para la operación de líneas eléctricas y el otro un circuito eléctrico de menos de 8.7 kV, siempre que los dos se instalen de acuerdo con los anteriores incisos a) o b) y pertenezcan a la misma empresa

2202-7. Espaciamiento entre conductores soportados en bastidores verticales.

Los conductores pueden instalarse a una menor separación vertical que la indicada en la Sección 2202-3 cuando estén montados en bastidores verticales o en ménsulas separadas colocadas verticalmente, siempre que no sean de madera, que estén firmemente sujetos a un lado de la estructura y se cumpla con las siguientes condiciones:

a) La tensión entre conductores no debe ser mayor de 750 V, excepto cuando se trate de cables aislados de los tipos descritos en la Sección 2201-3 subincisos b.1) y b.2), los cuales pueden ser de cualquier tensión.

b) Todos los conductores deben ser del mismo material

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

c) El espaciamiento vertical entre conductores no debe ser menor que el siguiente:

Longitud del claro en metros	Espaciamiento vertical mínimo entre conductores, en cm
Hasta 45	10
Más de 45 a 60	15
Más de 60 a 75	20
Más de 75 a 90	30

Excepción Si los conductores tienen separadores intermedios adecuados, el espaciamiento vertical puede ser como mínimo de 10 cm en cualquier caso.

Tabla 2202.5a)

Separación mínima en cualquier dirección, de conductores de línea a soportes o la estructura, a otros conductores verticales o derivados, a mensajeros y retenidas sujetos a la misma estructura (cm)

Línea Aérea	De comunicación			Eléctrica		
	En estructuras que soporten:			Tensión entre fases		
Separación de los conductores de línea a:	Sólo líneas de comunicación	Líneas de comunicación y eléctricas	0 A 8.7 Kv	8.7 A 50 Kv	50 A 814 Kv (4)	
Conductores verticales o derivados						
- Del mismo circuito	7.5	7.5	7.5	7.5 Más 0.65 cm por cada kV en exceso de 8.7	Valor no especificado	
- De diferente circuito	7.5	7.5	15 (5)	15 más 1 cm por cada kV en exceso de 8.7	58.5 más 1 cm por cada kV en exceso de 50	
Retenidas y mensajeros sujetos a la misma estructura						
- Cuando estén paralelos a la línea	7.5	15	30	30 más 1 cm por cada kV en exceso de 8.7	74 más 1 cm cada kV en exceso de 50	
-- Retenidas de ancia	7.5	15 (1)	15	15 más 0.64 cm por cada kV en exceso de 8.7	40.5 más 0.64 cm cada kV en exceso de 50	
-- Otros	7.5	15 (1)	15	15 más 1 cm por cada kV en exceso de 8.7	58.5 más 1 cm por cada kV en exceso de 50	
Superficie de crucetas	7.5 (2)	7.5 (2)	7.5 (6) (7)	7.5 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 8.7 (6) (7) (8)	28 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 50	
Superficie de estructuras						
- Que soporten líneas de	--	12.5 (2)	12.5 (3)	12.5 más 0.51 cm	33 más 0.51 cm	

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

comunicación y eléctricas		(6) (7)	por cada kV en exceso de 8.7(6) (7)	por cada kV en exceso de 50	
- Otras	7.5 (2)	--	7.5 (6) (7)	7.5 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 8.7 (6) (7)	28 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 50

Notas: de la Tabla 2202.5a)

- (1) En estructuras que soporten líneas de comunicación y eléctricas, en las que sus retenidas pasen a 30 cm o menos de conductores eléctricos y de comunicación a la vez, dichas retenidas deben ser protegidas con una cubierta aislante adecuada en el tramo cercano al conductor eléctrico. Esto no es necesario si la retenida está efectivamente puesta a tierra, o tiene un aislador tipo retenida, localizado a un nivel inferior del conductor eléctrico más bajo y arriba del conductor de comunicación más alto.
- (2) Los conductores de comunicación pueden tener una menor separación, cuando se sujeten con soportes colocados en la base o lados de las crucetas, o en la superficie de postes.
- (3) Esta separación solamente se aplica a conductores eléctricos soportados abajo de conductores de comunicación, en la misma estructura. Cuando los conductores eléctricos estén arriba de los de comunicación, esta distancia puede reducirse a 7.5 cm, excepto para conductores eléctricos de 0 a 750 V, cuya separación puede ser reducida a 2.5 cm.
- (4) Para conductores de circuitos con tensión mayor de 50 kV, la separación adicional se debe incrementar 3% por cada 300 m. de altura en exceso de 1000 m. sobre el nivel del mar. Todas las separaciones para tensiones superiores a 50 kV, deben determinarse con base en la tensión máxima de operación.
- (5) Para circuitos de 750 V o menos, esta separación puede reducirse a 7.5 cm.
- (6) Un conductor neutro que este efectivamente conectado a tierra a lo largo de la línea y asociado con circuitos de hasta 22 kV a tierra, puede sujetarse directamente a la estructura.
- (7) Para líneas eléctricas abiertas de 750 V o menos y cables eléctricos de cualquier tensión de los tipos descritos en la Sección 2201-3 inciso b), esta separación puede reducirse a 2.5 cm.
- (8) En circuitos con conductor neutro efectivamente conectado a tierra, que cumpla con lo indicado en la Sección 2201-3, inciso d) puede utilizarse la tensión de fase a neutro para determinar la separación entre los conductores de fase y la superficie de las crucetas.

2202-8. Separación de conductores fijados a edificios o puentes.

La separación de conductores fijados a edificios o puentes debe ajustarse a lo establecido en la presente Sección.

Los conductores eléctricos que estén sujetos en forma permanente a edificios, no deben ser de una tensión mayor de 300 V a tierra, a menos que estén debidamente protegidos, aislados o sean inaccesibles.

La separación de los conductores a la superficie del edificio, no debe ser menor que la indicada en la Tabla 2202.5a, para separaciones de conductores a sus soportes.

2202-9. Espacio para subir.

Los siguientes requisitos se aplican únicamente a las partes de las estructuras utilizadas por los trabajadores para subir.

a) Localización y dimensiones.

a.1) Debe dejarse un espacio para subir con las dimensiones horizontales especificadas en el inciso e) de esta Sección enfrente de cualquier conductor, cruceta y otras partes similares.

a.2) El espacio para subir se requiere solamente en un lado ó esquina del soporte.

a.3) El espacio para subir debe extenderse verticalmente arriba y abajo de cada nivel de conductores, como se indica en los incisos e) y f) de esta Sección, pero puede cambiarse de un lado o esquina del soporte a cualquier otro.

b) Partes de la estructura en el espacio para subir.

Cuando las partes de la estructura estén en un lado o esquina del espacio para subir, no se considera que obstruyen dicho espacio

c) Localización de las crucetas respecto al espacio para subir.

Se recomienda que las crucetas se localicen en el mismo lado del poste. Esta recomendación no es aplicable cuando se utilicen crucetas dobles o cuando las crucetas no sean paralelas

d) Localización de equipo eléctrico respecto al espacio para subir.

Aparatos eléctricos como transformadores, reguladores, capacitores, mufas, apartarrayos e interruptores deben ser instalados fuera del espacio para subir, cuando se localicen abajo de los conductores

e) Espacio para subir entre conductores

El espacio para subir entre conductores debe tener las dimensiones horizontales indicadas en la Tabla 2202.9 e). Estas dimensiones tienen el propósito de dejar un espacio para subir de 60 cm libre de obstáculos, siempre que los conductores que limitan dicho espacio estén protegidos con una cubierta aislante adecuada a la tensión existente. El espacio para subir debe dejarse longitudinal y transversalmente a la línea, y extenderse verticalmente no menos de 1.0 m arriba y abajo de los conductores que limiten el espacio mencionado

Cuando existan conductores de comunicación arriba de conductores eléctricos de más de 8.7 kV a tierra o 15 kV entre fases, el espacio para subir debe extenderse verticalmente cuando menos 1.5 m arriba del conductor eléctrico mas alto.

Excepción No. 1 Este requisito no se aplica en caso de que se tenga establecida la práctica de que los trabajadores no suban mas alla de los conductores y equipo, a menos que estén desenergizados

Excepción No. 2 Este requisito no se aplica si el espacio para subir puede ser obtenido con el desplazamiento temporal de los conductores, utilizando equipo para trabajar con línea energizada

f) Espacio para subir frente a tramos longitudinales de línea no soportados por crucetas

El ancho total del espacio para subir debe dejarse frente a los tramos longitudinales y extenderse verticalmente 1.0 m arriba y abajo del tramo (o 1.5 m conforme a lo indicado en el inciso e) de esta Sección) El ancho del espacio para subir debe medirse a partir del tramo longitudinal de que se trate

Debe considerarse que los tramos longitudinales sobre bastidores, o los cables soportados en mensajeros no obstruyan el espacio para subir, siempre que, como práctica invariable, todos sus conductores sean protegidos con cubiertas aislantes adecuadas o en alguna otra forma, antes de que los trabajadores asciendan

Excepción Si se instala un tramo longitudinal en el lado o esquina de la estructura donde se encuentra el espacio para subir, el ancho de este espacio debe medirse horizontalmente del centro de la estructura hacia los conductores electricos mas proximos sobre la cruceta, siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

1. Que el tramo longitudinal corresponda a una línea eléctrica abierta con conductores de 750 volts o menos, o bien con cables aislados de los tipos descritos en la Sección 2201-3, inciso b), de cualquier tensión, los cuales estén sujetos cerca de la estructura por ménsulas, bastidores, espigas, abrazaderas u otros aditamentos similares.
2. Que los conductores eléctricos más próximos soportados en la cruceta, sean paralelos al tramo de línea eléctrica, se localicen del mismo lado de la estructura que dicho tramo y estén a una distancia no mayor de 1.2 m arriba o abajo del tramo de línea

g) Espacio para subir frente a conductores verticales.

Los tramos verticales protegidos con tubo conduit u otras cubiertas protectoras similares, que estén sujetos firmemente a la estructura sin separadores, no se considera que obstruyen el espacio para subir

Tabla 2202.9 e) Separación horizontal mínima entre conductores que limitan el espacio para subir (1) (NE)(Esta Tabla reformatada se puede observar en el Apéndice)

Tipo de los conductores que limitan el espacio para subir	Tension de los conductores (1)	Separacion horizontal en cm (4)			
		En estructuras que soporten solo:		En estructuras que soporten:	
		Conductores de comunicacion	Conductores electricos	Conductores electricos arriba de conductores de comunicacion	Conductores de comunicacion arriba de conductores electricos (2)
Conductores de comunicacion	Hasta 150 V	Ningun requisito	-	(3)	Ningun requisito
Cables electricos aislados de los tipos indicados en la Sección 2201-3	Más de 150 V	Se recomienda	-	(3)	Se recomienda 60
	Todas tensiones	60	-	(3)	Ningun requisito
subinciso b.1) Cables electricos aislados de los tipos indicados en la Sección 2201-3	Todas tensiones		60	60	75
subinciso b.2) y b.3) Conductores electricos de linea abierta conductores de tipo indicado en la Sección 2201-3 inciso c)	Hasta 750 V		60	60	75
	750 V a 15 kV		75	75	75
	15 kV a 28 kV		90	90	90
	28 kV a 38 kV		100	100	
	38 kV a 50 kV		117	117	
	50 kV a 75 kV		140	140	
	Más de 75 kV		Más de 140		

(1) Todas las tensiones son entre los dos conductores que limitan el espacio para subir, excepto para conductores de comunicacion en los que la tension es a tierra. Cuando los conductores son de diferente circuito la tension entre ellos debe ser la suma aritmetica de las tensiones de cada conductor a tierra para un circuito conectado a tierra o de fase a fase si se trata de un circuito no conectado a tierra

(2) Esta posicion relativa de lineas no es recomendable y debe evitarse

(3) El espacio para subir debe ser el mismo que el requerido para los conductores electricos colocados inmediatamente arriba con un maximo de 75 cm.

(4) Para la utilizacion de estas separaciones los trabajadores deben tener presentes las

normas de operación y seguridad correspondiente a las líneas de que se trate

2202-10. Espacio para trabajar.

a) Localización.

Deben dejarse espacios para trabajar localizados a ambos lados del espacio para subir.

b) Dimensiones.

b.1) A lo largo de la cruceta. El espacio para trabajar debe extenderse desde el espacio para subir hasta el más alejado de los conductores en la cruceta

b.2) Perpendicular a la cruceta. El espacio para trabajar debe tener la misma dimensión que el espacio para subir (ver Sección 2202-9, inciso e). Esta dimensión debe medirse horizontalmente desde la cara de la cruceta

b.3) Verticalmente. El espacio para trabajar debe tener una altura no menor que la señalada en la Sección 2202-3, para la separación vertical de conductores soportados a diferentes niveles en la misma estructura

c) Localización de conductores verticales y derivados respecto del espacio para trabajar

Los espacios para trabajar no deben obstruirse por conductores verticales o derivados. Tales conductores deben ser colocados de preferencia en el lado de la estructura opuesto al lado destinado para subir; de no ser esto posible, pueden colocarse en el mismo lado para subir, siempre que queden separados de la cruceta por una distancia no menor que el ancho del espacio para subir requerido para los conductores de mayor tensión. Los conductores verticales dentro de tubo conduit adecuado, pueden quedar colocados sobre el lado para subir de la estructura

d) Localización de crucetas transversales respecto de los espacios para trabajar (figura 2202 10 d)

Las crucetas transversales pueden usarse bajo las condiciones indicadas en los subincisos d.1) y d 2) y siempre que se mantenga el espacio para subir, definido en la Sección 2202-9

Dar doble click para ver Imagen

Figura 2202.10d Localización de crucetas y espacios para trabajar

d.1) Altura normal del espacio para trabajar. Debe dejarse el espacio lateral para trabajar de la altura indicada en la Tabla 2202.3 a), entre los conductores derivados sujetos a la cruceta transversal y los conductores de línea. Esto puede realizarse incrementando el espacio entre las crucetas de línea

d.2) Altura reducida del espacio para trabajar. Cuando ninguno de los circuitos involucrados excede de 8.7 kV a tierra o de 15 kV entre fases y se mantienen las separaciones de la Sección 2202-2 subincisos a 1) y a 2), los conductores soportados en la cruceta transversal pueden colocarse entre las líneas adyacentes que tienen un espaciado vertical normal aun cuando dicha cruceta obstruya el espacio normal para trabajar siempre que se mantenga un espacio para trabajar no menor de 45 cm de altura entre los conductores de línea y los conductores derivados. Esta altura debe quedar arriba o abajo de los conductores de línea según sea el caso.

El anterior espacio para trabajar puede ser aun reducido a 30 cm, siempre que se cumplan las dos siguientes condiciones

1. Que no existan mas de dos grupos de crucetas de línea y de crucetas transversales
2. Que la seguridad en las condiciones de trabajo sea restituida mediante la utilización de equipo de protección de hule y otros dispositivos adecuados para aislar y cubrir los conductores de línea y el equipo en donde no se está

trabajando.

2202-11. Separación vertical entre conductores suministradores y equipo de comunicaciones, entre conductores de comunicación y equipo suministrador y entre equipo suministrador y de comunicaciones.

a) Para el propósito de definición de esta separación, debe entenderse como "equipo" las partes metálicas no portadoras de corriente del mismo, incluyendo soportes metálicos para cables aislados o conductores, así como brazos metálicos de soporte que estén sujetos a soportes metálicos o bien que estén a menos de 2.5 cm de tanques y bastidores de transformadores y mensajeros no conectados efectivamente a tierra

b) Las separaciones verticales entre conductores suministradores y equipo de comunicación, entre conductores de comunicación y equipo suministrador, así como entre equipo suministrador y de comunicación, deben ser las indicadas en la Tabla 2202 11

Tabla 2202.11. -Separación vertical entre conductores suministradores y equipo de comunicaciones, entre conductores de comunicación y equipo suministrador, y entre equipo suministrador y de comunicaciones.

Tensión de Suministro kV (1)	Separación vertical m
Conductores aterrizados mensajeros y soportes	0.75
a 8.7	1.00
arriba de 8.7	$1.0 + 0.01$ por kV en exceso de 8.7 kV

(1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsecuentes. Las tensiones son entre fases para circuitos no efectivamente conectados a tierra

2202-12. Separación de conductores verticales y derivados a otros conductores y superficies en la misma estructura.

Los conductores verticales y derivados deben tener las separaciones que se indican en esta Sección, a otros conductores o superficies en la misma estructura.

Excepciones:

1. Se permite colocar circuitos suministradores de la misma o próxima clasificación de tensión en un mismo ducto vertical si cada circuito está encerrado en una cubierta metálica
2. Se permite colocar cables de comunicación de dos conductores en argollas fijadas directamente a estructuras o a mensajeros
3. Se permite colocar directamente en la estructura conductores de conexión a tierra, conductores neutros que cumplan con lo indicado en la Sección 2201-3 inciso d), cables aislados descritos en el subinciso b 1) de la misma Sección o conductores protegidos por tubo conduit
4. Los circuitos suministradores aislados de 600 V o menos que no excedan 5000 W pueden ser colocados en el mismo circuito del cable de control con el cual están asociados

a) Conductores eléctricos verticales y derivados

a.1) Separaciones en general. Las separaciones no deben ser menores que las especificadas en la Tabla 2202.12a) o en la Sección 2202-5.

Tabla 2202.12 a.-Separación de conductores eléctricos verticales y derivados con respecto a superficies, mensajeros y retenidas en la misma estructura (1)

Separación de conductores verticales y derivados a:	0 a 8.7 kV cm	8.7 a 50 kV cm	Más de 50 kV(5) cm
Superficies de soportes	7.5 (2) (3)	7.5 más 0.5 cm por cada kV en exceso de 8.7	27.5 más 0.5 cm por cada kV en exceso de 50
Mensajeros y retenidas	15	15 más 1.0 cm por cada kV en exceso de 8.7 (4)	58.5 más 1.0 cm por cada kV en exceso de 50 (4)

(1) Las tensiones son entre fases

(2) Véase la *Excepción No. 3* de la Sección 2202-12.

(3) Para circuitos eléctricos de hasta 750 V esta separación puede reducirse a 2.5 cm.

(4) El factor puede reducirse a 0.65 cm por kV para retenidas de ancla

(5) La separación adicional para tensiones mayores de 50 kV, se debe incrementar un 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar.

a.2) Casos especiales. Los siguientes casos se refieren solamente a los tramos de estructuras por donde puedan subir trabajadores, cuando los conductores de que se trata están energizados

1. Cables aislados y conductores de conexión a tierra. Los conductores verticales en cables del tipo descrito en la Sección 2201-3, subinciso b 1) y los conductores de conexión a tierra, pueden instalarse, sin protección aislante adicional, en el lado de la estructura opuesto a los conductores de línea, siempre que el espacio para subir esté provisto en el lado de la estructura donde están los conductores de línea

2. Conductores para conectar lámparas de alumbrado público. Cuando se conecten lámparas de alumbrado público directamente a líneas eléctricas, en postes que se usen exclusivamente para estas líneas, puede hacerse dicha conexión bajando conductores en línea abierta desde la cruceta del poste al extremo del luminario, siempre que estos conductores queden firmemente sujetos en ambos extremos y que guarden las distancias mínimas indicadas en la Tabla 2202.12a).

3. Conductores de menos de 300 V. Los conductores eléctricos verticales o derivados de menos de 300 volts a tierra pueden llevarse en cables de conductores múltiples sujetos directamente a la superficie de la estructura o de la cruceta, en tal forma que no sufran abrasión en los puntos de sujeción

Cada conductor de estos cables que no esté conectado efectivamente a tierra, o todo el cable en conjunto, deben tener una cubierta aislante apropiada cuando menos para 600 V

b) Conductores de comunicación verticales y derivados

b.1) La separación de conductores desnudos verticales y derivados, con respecto a otros conductores de comunicación, retenidas, cables de suspensión o mensajeros, debe ser cuando menos de 7.5 cm

b.2) Los conductores de comunicación aislados verticales y derivados pueden fijarse directamente a la estructura. Su separación vertical a cualquier conductor

eléctrico (siempre que no se trate de conductores verticales o de conexiones a lámparas) debe ser cuando menos de 1.0 m para tensiones hasta de 8.7 kV entre fases, y de 1.5 m para tensiones mayores.

ARTICULO 2203.- SEPARACION ENTRE CONDUCTORES SOPORTADOS EN DIFERENTES ESTRUCTURAS

2203.1. General.

Donde sea posible los cruzamientos de conductores deben hacerse en una misma estructura. De otra forma, la separación en cualquier dirección entre conductores que se crucen o adyacentes, soportados en diferentes estructuras, debe estar de acuerdo con los requisitos de esta Sección.

2203-2. Consideraciones.

Las separaciones básicas horizontal y vertical especificadas en esta Sección, se deben aplicar bajo las siguientes condiciones:

a) Las separaciones deben ser determinadas en el punto de mayor acercamiento entre los dos conductores

b) Ambos conductores deben analizarse desde su posición de reposo hasta un desplazamiento ocasionado por una presión de viento de 29 kg/m², con flecha inicial y final a 16°C y con flecha inicial y final a 50°C sin viento. La presión de viento puede reducirse a 20 kg/m² en áreas protegidas por edificios u otros obstáculos. El desplazamiento de los conductores debe incluir la inclinación de la cadena de aisladores de suspensión con movimiento libre, cuando éstos se usen.

Se deben calcular las separaciones entre conductores en sus diferentes posiciones, desde el reposo hasta su máximo desplazamiento, con objeto de poder determinar la posición relativa que resulte con la menor separación.

c) La dirección supuesta del viento, será aquella que produzca la separación más crítica.

d) No se requiere incrementar la flecha cuando los claros sean iguales o menores que los siguientes claros básicos y la temperatura del conductor no exceda de 50°C.

- Hasta de 75 m para la Zona I (ver la Sección 2208-2)

- Hasta de 100 m para todas las otras zonas.

e) Cuando la temperatura máxima de diseño de los conductores sea de 50°C o menor y el claro sea mayor que el claro básico, la flecha a la mitad del claro debe ser incrementada como sigue:

e.1) Cuando el cruzamiento ocurra a la mitad del claro del conductor superior, su flecha debe ser incrementada en 1.0 cm (o 1.5 cm en la Zona I), por cada metro en exceso del claro básico.

Este incremento no requiere ser mayor que la diferencia aritmética entre las flechas finales sin carga en reposo a temperaturas en el conductor de 50°C y 16°C, calculadas para el claro de que se trate.

e.2) Para claros a nivel, cuando el cruzamiento no se localice a la mitad del claro del conductor superior, el incremento anterior puede ser reducido multiplicando por los factores siguientes:

Distancia del punto de cruce a la estructura más cercana.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

% de la longitud del claro de cruce	Factor
5	0.19
10	0.36
15	0.51
20	0.64
25	0.75
30	0.84
35	0.91
40	0.96
45	0.99
50	1.00

Nota: Interpólese para valores intermedios

2203-3. Separación horizontal.

La separación horizontal en cruzamientos o entre conductores adyacentes soportados en diferentes estructuras, debe ser cuando menos de 1.50 m para tensiones hasta de 50 kV entre dichos conductores. Para tensiones mayores, se debe incrementar esta separación en 1.0 cm por cada kV en exceso de 50.

La tensión entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos, debe tomarse como la diferencia vectorial de las tensiones de ambos circuitos. Para conductores de la misma fase pero de diferentes circuitos, el conductor con menor tensión debe considerarse como puesto a tierra.

El anterior incremento en la separación debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar.

2203-4. Separación vertical.

La separación vertical entre conductores que se crucen o adyacentes, soportados en diferentes estructuras, debe ser cuando menos la indicada en la tabla 2203-4.

Para tensiones mayores de 22 kV las separaciones dadas en la Tabla 2203.4 deben incrementarse de acuerdo con lo siguiente: para conductores en el nivel superior de 22 hasta 470 kV, la separación debe incrementarse en 1.0 cm por cada kV en exceso de 22. Para conductores en el nivel inferior de 22 hasta 470 kV, la separación adicional debe ser calculada en la misma forma. El incremento debe ser acumulativo cuando se tengan ambas condiciones y debe calcularse en base a la tensión máxima de operación.

Dicho incremento debe aumentarse en 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1 000 m sobre el nivel del mar.

Tabla 2203.4 Separación vertical entre conductores soportados en diferentes estructuras (metros). Ver nota 1

	Retenidas, cables de guarda y conductores neutros (4)	Conductores de comunicación y mensajeros	Cables suministradores aislados de 0 a 750 V (2) (3)	Conductores suministradores en línea abierta de 0 a 750 V y cables suministradores aislados mayores de 750 V (3)	Conductores suministradores a línea abierta de más de 750 V y hasta 22 kV
Retenidas cables	0.60	0.60	0.60	0.60	1.20

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

de guarda y conductores neutros (4)					
Conductores de comunicacion y mensajeros	0.60	0.60	0.60	1.20	1.80
Cables suministradores aislados de 0 a 750 V (2 y 3)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Conductores suministradores en linea abierta de 0 a 750 V y cables suministradores aislados mayores de 750 V (3)	0.60	1.20	1.20	0.60	0.60
Conductores suministradores en linea abierta de mas de 750 V y hasta 22 kV	1.20	1.80	1.20	1.20	0.60
Conductores suministradores de trolebuses y trenes, sus retenidas y mensajeros (5)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.80

Notas de la tabla 2203 4

- 1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rapida desenergizacion de la seccion bajo falla, tanto en la operacion inicial del interruptor como en las subsecuentes. Las tensiones son entre fases para circuitos no efectivamente conectados a tierra
- 2) Los cables aislados a que se refiere esta columna (o renglón) son los descritos en la Seccion 2201-3, subinciso b 1)
- 3) Los cables aislados a que se refiere esta columna (o renglón) son los descritos en la Sección 2201-3, subincisos b 2) y b.3)
- 4) Los conductores neutros a que se refiere esta columna (o renglón) son los descritos en la Seccion 2201-3, inciso d)
- 5) Los conductores alimentadores de trolebuses y trenes de mas de 750 V, deben tener una separacion minima de 1.80 m

ARTICULO 2204.- ALTURA DE CONDUCTORES Y PARTES VIVAS DE EQUIPO, SOBRE EL SUELO, AGUA Y VIAS FERREAS

2204-1. Aplicación.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Los requisitos de este Artículo se refieren a la altura mínima que deben guardar los conductores desnudos y cables aislados de líneas aéreas, con respecto al suelo, agua y la parte superior de rieles, así como a la altura mínima de partes vivas de equipo sobre el suelo.

2204-2. Alturas básicas para conductores.

Las alturas básicas deben ser como mínimo las indicadas en la Tabla 2204.2, y se aplican bajo las siguientes condiciones:

- a) Temperatura en los conductores de 50°C.
- b) Flecha final sin carga, en reposo

2204-3. Alturas adicionales para conductores.

Las alturas básicas que se indican en la Tabla 2204.2, no deben incrementarse cuando los claros sean iguales o menores que los antes citados y la temperatura del conductor no exceda de 50°C

a) Tensiones mayores de 50 kV a tierra

Para tensiones entre 50 y 470 kV, la altura básica de conductores debe incrementarse 1.0 cm por cada kV en exceso de 50

Dicho incremento debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1 000 m sobre el nivel del mar.

Excepción En cruzamientos sobre vías de ferrocarril en la Zona I, debe aplicarse a la altura básica un incremento de 1.5 cm por cada metro del claro en exceso de 75 m

Los incrementos anteriores no requieren ser mayores que la diferencia aritmética entre las flechas finales sin carga, en reposo, a temperaturas en el conductor de 50°C y 15°C, calculadas para el claro de que se trate.

2204-4. Altura de partes vivas de equipo instalado en estructuras.

a) Altura básica mínima

La altura básica mínima sobre el suelo, de partes vivas de equipo no protegidas, tales como terminales de transformadores y apartarrayos y tramos cortos de conductores eléctricos conectados al equipo, se indica en la tabla 2204.4

Tabla 2204.2 Altura mínima de conductores sobre el suelo, agua o vías férreas (metros). Ver Nota 1

Naturaleza de la superficie bajo los conductores	Conductores de comunicación aislados, redes, mensajeros, cables de guarda, conductores neutros y cables eléctricos aislados (m) (2)	Conductores de comunicación desnudos, cables suministradores de 0 a 750 V. (m)	Cables suministradores aislados de más de 750V y Conductores suministradores en línea abierta de 0 a 750 V (m) (3)	Conductores suministradores en línea abierta arriba de 750 V a 22 kV (m)
Vías férreas (excepto trenes electrificados)(5)	7.2	7.3	7.5	8.1
Carreteras, calles, callejones y caminos vecinales(7) (8)	4.7	4.9	5.0	5.6
(11) Espacios no transitados por vehículos	2.9 (6)	3.6 (6)	3.8 (6)	4.4
Águas donde no está permitida la navegación	4.0	4.4	4.6	5.2

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

(9) Aguas navegables incluyendo(10) ríos, lagos, presas y canales con una área sin obstrucción de				
a.- Hasta 8 ha	5.3	5.5	5.6	6.2
b.- Mayor a 8 hasta 80 ha	7.8	7.9	8.1	8.7
c.- Mayor a 80 hasta 800 ha.	9.6	32.0	9.9	10.5
d - Arriba de 800 ha	11.4	11.6	11.7	12.3
Terrenos públicos o privados para navegación con botes de vela				
La separación a tierra debe ser 1.5 m. mayor que la indicada en la l				
Cuando los conductores o cables corren a lo largo de autopistas ó carreteras pero no sobre la superficie de rodamiento				
(7) Carreteras, calles y callejones en zonas urbanas	4.7	4.9	5.0	5.6
Caminos y zonas rurales donde es difícil que los vehículos crucen bajo la línea	4.1	4.3	4.4	5.0

Notas de la Tabla 2204 2

- (1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsecuentes. Las tensiones son entre fases para circuitos no efectivamente conectados a tierra
- (2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna son los descritos en la Sección 2201-3, inciso d), y los cables eléctricos aislados, los descritos en el subinciso b 1) de la misma Sección
- (3) Los cables aislados a que se refiere esta columna son los descritos en la Sección 2201-3, subincisos b 2) y b 3) de cualquier tensión
- (4) En pasajes subterráneos, túneles o puentes, puede reducirse la altura sobre el piso o vías indicada en esta columna. Se recomienda que la altura del conductor de contacto del trole se reduzca gradualmente desde la altura normal a la altura reducida
- (5) Para conductores que crucen sobre vías por las que circulen solamente carros de ferrocarril o gondolas más bajos que los ordinarios de carga (6 m), la altura puede reducirse de acuerdo con la diferencia de altura entre el carro ordinario y el más alto de los que puedan circular por dichas vías pero en ningún caso debe ser menor que la requerida en cruzamientos de calles
- (6) Esta altura puede reducirse a 3.0 m para los cables aislados descritos en la Nota 3, con tensión hasta de 150 volts a tierra, localizados a la entrada de edificios.
- (7) Donde conductores de comunicación o cables eléctricos aislados como los descritos en la Nota 2 crucen o vayan a lo largo de callejones, entradas a cocheras o estacionamientos esta altura puede reducirse a 4.5 m
- (8) Estas alturas no consideran los posibles cambios de nivel de la superficie de carreteras, calles, callejones etc. debidos a mantenimiento
- (9) Para depósitos controlados el área del agua y la altura de los conductores deben basarse en el más alto nivel de agua de diseño. Para otros depósitos de agua, el área a considerar debe ser la que marque el más alto nivel anual del agua, y la altura debe basarse en el nivel de aguas máximo extraordinario. La altura sobre ríos y canales debe basarse en el área más grande que resulte de considerar una longitud de 1 600 m. de

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

rio o canal, que incluya al cruce

(10) En cruzamientos sobre aguas navegables, se debe tener en cuenta, además, lo establecido en la reglamentación en materia de navegación.

(11) Se recomienda que en terrenos donde exista frecuente paso de maquinaria agrícola con altura excesiva, la separación mínima de los conductores al suelo sea la indicada en el Punto 2 de la tabla

b) Altura adicional.

Para tensiones mayores de 22 kV, la altura básica anterior debe incrementarse 1.0 cm por cada kV en exceso de 22

Dicho incremento debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1 000 m sobre el nivel del mar.

Tabla 2204.4.-Altura sobre el suelo, de partes vivas de equipo instalado en estructuras. (1)

Naturaleza de la superficie bajo las partes vivas	Equipo efectivamente aterrizado. (m)	Partes vivas rígidas no protegidas de 0 a 750 V., y casos de equipos no aterrizados conectados a circuitos de no más de 750 V. (m)	Partes vivas rígidas no protegidas de más de 750 V. hasta 22 kV. y casos de equipos no aterrizados conectados a circuitos de más de 750 V. a 22 kV. (m)
1 - Carreteras, calles, callejones y caminos vecinales, así como terrenos sujetos al paso de vehículos de cualquier tipo (3).	4.6	4.9	5.5
2.- Espacios no transitados por vehículos.	3.4 (2)	3.6	4.3
3 - Caminos en zonas rurales donde es improbable que los vehículos crucen bajo la línea	4.0	4.3	4.9

Notas:

(1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsecuentes. Las tensiones son entre fases para circuitos no efectivamente conectados a tierra

(2) Esta altura puede reducirse a 3.0 m para las partes vivas y puntas de cables aislados como los descritos en la Sección 2201-3 subinciso b.2) y b.3), de hasta 150 V a tierra, localizadas a la entrada de edificios

(3) Estas alturas no consideran los posibles cambios de nivel de la superficie de carreteras, calles callejones etc. debidos a mantenimiento

ARTICULO 2205.- SEPARACION DE CONDUCTORES A EDIFICIOS PUENTES Y OTRAS CONSTRUCCIONES

2205-1. Aplicación.

Los requisitos de esta Sección se refieren a la separación de los conductores desnudos y cables aislados de una línea con respecto a edificios, puentes, estructuras de una segunda línea próxima u otras construcciones.

2205-2 Consideraciones:

Las separaciones básicas horizontal y vertical especificadas en esta Sección, se aplican bajo las siguientes condiciones;

a) Separación horizontal

Debe aplicarse con el conductor desplazado de su posición en reposo por un viento de 29 kg/m² con flecha final y a 15°C. Esta presión de viento puede reducirse a 19 kg/m² en áreas protegidas por edificios u otros obstáculos. El desplazamiento del conductor debe incluir la inclinación de la cadena de aisladores de suspensión con movimiento libre, cuando estos se usen.

b) Separación vertical

b.1) Temperatura en los conductores de 50°C, con flecha final sin carga, en reposo

b.2) Claros básicos como se indica a continuación.

- Hasta de 75 m para la Zona I (ver la Sección 2208-2)
- Hasta de 100 m para todas las otras zonas

c) Transición entre separaciones horizontal y vertical

En cualquier punto del edificio o construcción se debe cumplir con las separaciones mínimas horizontales y verticales que indican las tablas correspondientes y el arco comprendido en la proyección de ambas separaciones.

2205-3 Separación de conductores a estructuras de otras líneas.

Los conductores de una línea que pasen próximos a una estructura de una segunda línea, deben estar separados de cualquier parte de esta estructura por distancias no menores que las siguientes:

a) Una separación horizontal de 1.50 m para tensiones hasta de 50 kV a tierra

b) Una separación vertical de 1.40 m para tensiones menores de 22 kV, y de 1.70 m para tensiones entre 22 y 50 kV a tierra

Excepción Cuando la tensión no excede de 300 volts a tierra y los cables son de los tipos mencionados en la Sección 2201-3 inciso b), las separaciones vertical y horizontal pueden ser reducidas a un mínimo de 0.6 y 0.90 respectivamente medidas a 15°C sin deflexión por viento.

Nota: Las separaciones entre conductores de una línea y conductores de otra línea están dadas en el Artículo 2203.

2205-4 Separación de conductores a edificios y otras construcciones excepto puentes.

a) Cuando los edificios pasen de 3 pisos ó 15 m de altura, se recomienda que los conductores dejen un espacio libre de cuando menos 1.80 m entre el conductor más cercano y el edificio, con objeto de facilitar la colocación de escaleras en casos de incendio.

Excepción Este requisito no se aplica cuando por limitaciones de espacio no es posible ubicar los conductores suministradores en otra disposición.

Por otra parte, las estructuras de la línea deben estar separadas de las tomas de agua contra incendio por una distancia no menor de 1.0 m.

b) La separación de los conductores a la superficie de los edificios y otras construcciones tales como anuncios, chimeneas, antenas y tanques de agua, no debe ser menor que la indicada en la Tabla 2205.4

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

c) Cuando la separación anterior no se pueda lograr, los conductores eléctricos deben ser protegidos, o aislados para la tensión de operación.

Los cables descritos en la Sección 2201-3 subinciso b.1), se consideran como protegidos para los efectos de este requisito.

d) Para conductores eléctricos fijados a edificios, véase la Sección 2202-8.

Tabla 2205.4 Separación de conductores a edificios y otras construcciones excepto puentes (metros). Ver nota 1

	Conductores y cables de comunicación, retenidas, mensajeros cables de guarda, neutros y cables eléctricos aislados (2),	Cables suministradores de 0 a 750 V sujetos a lo indicado en la sección 2201.3(b1).	Partes vivas rígidas de conductores de comunicaciones de 0 a 750 V no protegidos	Cables suministradores de de mas de 750 sujetos a lo indicado en la sección 2201.3 (b2 y b3). Conductores suministradores en línea abierta de 0 a 750 V (3)
	(m)	(m)	(m)	(m)
Edificios				
Horizontal				
- A paredes salientes	1.40	1.40	1.50	1.70 (4) (7)
- A ventanas	1.40	1.40	1.50	1.70 (4) (7)
- A balcones y áreas accesibles a personas (6)	1.40	1.40	1.50	1.70 (7)
Vertical				
- Arriba o abajo de techos y salientes no accesibles a personas (6)	0.90	0.90	3.0	3.2
- Arriba o abajo de balcones y techos accesibles a personas(6)	3.2	3.2	3.4	3.5
- Sobre techos accesibles a vehiculos pero no sujetos a tráfico	3.2	3.2	3.4	3.5
- Sobre techos accesibles a tráfico vehicular	1.7	4.7	4.9	5.0
Anuncios, chimeneas, antenas, tanques de agua				
Horizontal	0.90	0.90	1.90	1.70 (4) (7)
Vertical, arriba o abajo	0.90	0.90	1.70	1.80

Notas de la Tabla 2205.4

(1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsecuentes. Las tensiones son entre fases para circuitos no efectivamente conectados a tierra

(2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna son los descritos en la Sección 2201-3, inciso d) Los cables eléctricos aislados son los descritos en la Sección

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

2201-3, subinciso b.1) de cualquier tensión, así como los descritos en los subincisos b.2) y b.3) de la misma Sección, en tensiones de 0 a 750 V.

- (3) Los cables aislados de más de 750 V a que se refiere esta columna, son los descritos en la Sección 2201-3 subincisos b.2) y b.3).
- (4) Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1.0 m.
- (5) Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1.50 m. En esta condición el claro interpostal no deberá ser mayor de 50 m.
- (6) Un techo, balcón o área es considerada accesible a personas, si el medio de acceso es a través de una puerta, rampa o escalera permanente.

2205-5 Separación de conductores a puentes.

a) Separaciones básicas.

Los conductores eléctricos que pasen abajo, arriba o cerca de un puente, deben tener separaciones vertical y horizontal no menores que las indicadas en la Tabla 2205.5.

Excepción Este requisito no se aplica a retenidas, mensajeros, cables de guarda, neutros como los descritos en la Sección 2201-3, inciso d) y cables aislados del tipo descrito en el subinciso b.1) de la misma Sección.

b) Protección de conductores alimentadores de trolebús ubicados abajo de puentes

Cuando el trole del vehículo al zafarse, pueda hacer contacto simultáneamente con el conductor alimentador y la estructura del puente, debe colocarse una protección de material no conductor que evite dicho contacto.

Tabla 2205.5.-Separación de conductores suministradores a puentes. Ver nota 1

Partes	Partes rígidas vivas -	Cables suministra	Conductores	
	no protegidas, 0 a - 750 V; conductores de comunicación no aislados, cables suministradores de 0 a 750 V	dores arriba de, - 750 V, conductores de línea abierta 0 a 750 V	suministradores arriba de 750 V a 22 kV.	vivas rígidas arriba de 750 V a 22 kV
	(m) (2)	(m) (2)	(m)	(m)
1 - Separación sobre puentes (3)				
a).-fijados al puente	0.90	1.07	1.70	1.50
b) -No fijados al puente -	3.0	3.2	3.80	3.6
2.- Separación lateral abajo o dentro de la estructura del puente				
a).-porciones del puente-fácilmente accesibles incluyendo salientes y paredes (3)				
1. fijados al puente	0.90	1.07	1.70	1.50

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

2. no fijados al puente	1.50	1.70	2.30	2.00
b).-partes no accesibles del puente (4)				
1. fijados al puente	0.90	1.07	1.70	1.50
2. no fijados al puente	1.20	1.40	2.00	1.80

- (1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsecuentes. Las tensiones son entre fases para circuitos no efectivamente conectados a tierra
- (2) Los cables aislados a que se refiere este renglón son los descritos en la sección 2201.3, subincisos b.2) y b.3), y los conductores neutros son los descritos en el inciso d.) de la misma sección
- (3) Cuando la línea quede sobre lugares transitados, ya sea encima o cerca del puente, se aplican también los requisitos del artículo 2204.
- (4) Los apoyos de puentes de acero, hechos sobre pilares de ladrillo, concreto o mampostería, que requieran acceso frecuente para inspección, deben considerarse como partes fácilmente accesibles

2205-6 Separaciones adicionales.

Las separaciones que se indican en las anteriores secciones de este artículo, no deben incrementarse cuando los claros sean iguales o menores que los citados en la Sección 2205-2, subinciso b.2) y la temperatura del conductor no exceda de 50°C

Tensiones mayores de 22 kV (a tierra)

Para tensiones entre 22 y 470 kV, las separaciones horizontal y vertical deben incrementarse 1.0 cm por cada kV en exceso de 22

Dicho incremento debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1 000 m sobre el nivel del mar

Claros mayores que el claro básico

Cuando la temperatura máxima de diseño del conductor sea de 50°C o menor, y el claro sea mayor de 100 m (o 75 m en la Zona I), debe aplicarse a la separación vertical un incremento de 1.0 cm por cada metro del claro en exceso de 100 m (o 75 m en la Zona I)

Dicho incremento no requiere ser mayor que la diferencia aritmética entre las flechas finales sin carga, en reposo, a temperaturas en el conductor de 50°C y 16°C, calculadas para el claro de que se trate

Para claros a nivel, cuando la separación no se localice a la mitad del claro, el incremento anterior puede ser reducido multiplicando por los siguientes factores

Distancia del punto de cruce a la estructura más cercana, en porcentaje de la longitud del claro de cruce	Factor
5	0.19
10	0.36
15	0.51
20	0.64
25	0.75
30	0.84
35	0.91
40	0.96

45	0.99
50	1.00

Nota 1: En la aplicación de estos factores, el "punto de cruce" es la localización del elemento topográfico al que se determinará la separación

Nota 2: Interpólese para valores intermedios.

ARTICULO 2206.- DISTANCIA HORIZONTAL DE ESTRUCTURAS A VIAS FERREAS, CARRETERAS Y AGUAS NAVEGABLES.

2206-1 Aplicación.

Los requisitos de este artículo se refieren a las distancias mínimas que deben guardar las estructuras de líneas aéreas, incluyendo sus retenidas y anclas, a vías férreas, carreteras y aguas navegables.

Dichas distancias mínimas deben considerarse en forma horizontal y se establecen sólo desde el punto de vista de seguridad. Independientemente, deben observarse las disposiciones vigentes en materia de derechos de vía.

2206-2 Distancias mínimas a vías férreas y carreteras.

Cuando las líneas aéreas estén paralelas o crucen vías férreas o carreteras, las estructuras deben instalarse en el límite del derecho de vía del ferrocarril o carretera de que se trate. En ningún caso la distancia desde cualquier parte de una estructura al riel más cercano, o al límite exterior del acotamiento más próximo, debe ser menor de 3.50 m.

Se recomienda que, cuando sea posible, las estructuras queden a una distancia mayor que su propia altura, desde el riel o el límite exterior del acotamiento.

2206-3 Distancia horizontal a aguas navegables.

Se recomienda que la distancia horizontal de las estructuras a la zona de navegación de ríos, lagos y canales sea mayor que la altura de las mismas estructuras.

ARTICULO 2207.- DERECHO DE VIA

2207-1 Aplicación.

Los requisitos de este artículo se refieren al derecho de vía o de paso, que deben tener las líneas aéreas en campo abierto y en zona urbana.

El derecho de vía es una faja de terreno que se ubica a lo largo de cada línea aérea, cuyo eje longitudinal coincide con el trazo topográfico de la línea. Su dimensión transversal varía de acuerdo con el tipo de estructuras, con la magnitud y desplazamiento lateral de la flecha, y con la tensión eléctrica de operación.

Dentro del área que ocupa el derecho de vía no deben existir obstáculos ni construcciones de ninguna naturaleza para protección del público y de la propia línea, así como para poder operar esta con un grado de confiabilidad adecuado.

De lo anterior se exceptúan los obstáculos en zonas urbanas que son necesarios para la prestación de los servicios públicos, como instalaciones de alumbrado, líneas de comunicación y de señalización, etc., las cuales de cualquier manera deben cumplir con las separaciones y demás requisitos incluidos en esta Norma.

Cuando se siembren árboles dentro del derecho de vía, deben ser de especies cuya altura de crecimiento se pueda mantener sin afectación a su aspecto y sin riesgo para el propio árbol y la línea existente.

2207-2 Distancia mínima horizontal de conductores al límite del derecho de vía.

La distancia horizontal mínima del conductor más cercano al límite del derecho de vía de la línea, debe ser determinada de conformidad con lo indicado en las Secciones 2205-2, 2205-4 y 2205-6

El ancho mínimo del derecho a vía será igual al doble de la suma de las siguientes dimensiones: distancia del eje longitudinal de la línea al conductor extremo en reposo, más el desplazamiento lateral del conductor extremo por efecto del viento, más la separación horizontal a que se refiere el párrafo anterior.

ARTICULO 2208 - CARGAS MECANICAS EN LINEAS AEREAS

2208-1 General.

Las líneas aéreas deben tener resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas propias y las debidas a las condiciones meteorológicas a que estén sometidas, según el lugar en que se ubique cada línea, con los factores de sobrecarga adecuados

Las condiciones meteorológicas mínimas que deben considerarse en general, se establecen más adelante en este Artículo

En cada caso deben investigarse y aplicarse las condiciones meteorológicas que prevalezcan en el área en que se localice la línea.

En aquellas regiones del país donde las líneas aéreas lleguen a estar sometidas a cargas mecánicas más severas que las calculadas sobre las bases señaladas en este Artículo, por mayor recubrimiento de hielo, menor temperatura o mayor velocidad del viento, las instalaciones deben proyectarse tomando en cuenta tales condiciones de carga, conservando los factores de sobrecarga correspondientes

De no realizarse un análisis técnico detallado, que demuestre que pueden aplicarse cargas mecánicas menores, no deben reducirse las indicadas en este Artículo

2208-2 Zonas de cargas mecánicas.

Con el propósito de establecer las cargas mínimas que deben considerarse en el cálculo mecánico de líneas aéreas, según el lugar de su instalación, el país se ha dividido en seis zonas de carga que se indican en el mapa de la Figura 2208.2

Estas zonas corresponden, en términos generales, a las siguientes regiones del país:

Zona I. Region Norte (Estados de Baja California Norte, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y parte de Sonora)

Zona II. Region Centro Norte (Estados de Durango y Aguascalientes, así como parte de los Estados de Zacatecas y de San Luis Potosí)

Zona III. Region Centro Sur (Parte de los Estados de Oaxaca y Chiapas)

Zona IV. Region Central (Estados de Guanajuato, Querétaro, Estado de México, Distrito Federal, Tlaxcala, Morelos y parte de los Estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco, Michoacán, Hidalgo, Puebla, Veracruz y Guerrero)

Zona V. Region Costera (Estados de Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Colima, Tamaulipas, Tabasco, Campeche, Yucatán y parte de los Estados de Quintana Roo, Sonora, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, San Luis Potosí, Hidalgo,

Puebla y Veracruz).

Zona VI. Región Especial (Parte de los Estados de Oaxaca, Tamaulipas, Veracruz y Quintana Roo).

Si una línea aérea cruza dos o más zonas de carga, debe soportar las cargas correspondientes a dichas zonas.

Dar doble click para ver Imagen

Figura 2206-2 Zonas Geográficas de cargas mecánicas en líneas aéreas.

(NE)(El número de esta Tabla según la Sección 2208-2, debería de ser 2208-2)

2208-3 Cálculo de cargas mecánicas.

Las líneas aéreas deben cumplir con los valores de la siguiente tabla, que corresponden a condiciones meteorológicas mínimas de diseño para las diferentes zonas de carga mecánica (ver mapa de la Figura 2208.2).

Tabla 2208.3 Condiciones meteorológicas mínimas de temperatura, velocidad de viento y espesor de hielo, representativas de cada zona de carga mecánica.

Zona de carga mecánica	Temperatura (°C)	Velocidad de viento de diseño (km/h) cables	Espesor de la capa de hielo (mm)	
			Sobre componentes horizontales	Sobre
I	-10	90	6	8
II	-10	90	-	-
III	-5	90	-	-
IV	-5	70	-	-
V	7	100	-	-
VI	5	105	-	-

Para alturas mayores de 1500 metros sobre el nivel del mar, se debe investigar respecto a depósitos de hielo en cables y estructuras

A falta de información pueden considerarse en cualquiera de las zonas, los espesores de hielo indicados en esta tabla para la Zona I, con una temperatura de -5°C, excepto en la propia Zona I, en que debe ser de -10°C

2208-4 Presión de viento.

La presión del viento sobre las líneas aéreas se debe calcular, según la superficie de que se trate, por medio de las siguientes formulas

a) Sobre conductores

Superficies de alambres y cables $P = 0.00482 V^2$

b) Sobre estructuras

Se debe considerar que la ráfaga de viento cubre totalmente la estructura, aplicando un factor de 1.3 a la velocidad de diseño. Para estructuras de celosía plana (torres con elementos metálicos de perfil angular), se debe aplicar adicionalmente un factor de arrastre de 1.6 a la presión de viento

Con base en lo anterior, las formulas aplicables resultan

Superficies cilíndricas (postes) $P = 0.00815 V^2$

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Superficies planas (torres) $P = 0.0130 V^2$

Donde "P" es la presión de viento, en kilogramos por metro cuadrado del área proyectada y "V" es la velocidad de viento de diseño, en kilómetros por hora.

La velocidad de viento de diseño es la velocidad real o actual, equivalente a la velocidad máxima indicada en los anemómetros de la zona correspondiente, dividida entre 1.3.

La Tabla 2208.4 muestra los valores de presión de viento que resultan al aplicar estas fórmulas, con los valores de velocidad de viento de diseño indicados en la Tabla 2208.3 para las Zonas I, II, III, IV, V y VI.

Los valores de presión de viento calculados de acuerdo con las fórmulas anteriores, son válidos para líneas con estructuras no mayores de 30 metros de altura. Para alturas mayores, estos valores de presión deben multiplicarse por el factor de incremento de presión por altura indicado en la Tabla 2208.4a)

Tabla 2208.4.-Presiones de viento mínimos para las diferentes zonas de carga mecánica

Zona de carga mecánica	Velocidad de viento de diseño km/h	Presión del viento en kg/m ² , sobre superficies de:		
		Cables	Estructuras Cilíndricas (postes)	De celosía
I, II y III	90	39	66	105
IV	70	24	40	64
V	100	48	81	130
VI	105	53	90	143

Tabla 2208.4a.-Factor de incremento de presión de viento por altura de estructura

Altura en m	Factor
30 o menos	1.00
50	1.08
75	1.18
100	1.28
150	1.49

Nota: Para valores intermedios de altura puede interpolarse linealmente

2208-5 Cargas en los cables.

Las cargas en los cables debidas al viento y al hielo, en caso de que exista, deben determinarse en la forma indicada en las anteriores Secciones 2208-1 a 2208-4

Para calcular la tensión mecánica máxima de los cables se debe considerar como carga total la resultante del peso del cable y de la fuerza producida por el viento actuando horizontalmente y en ángulo recto con la línea a la temperatura y velocidad de viento indicadas en la Tabla 2208.3. En caso de existir carga de hielo en la zona, se debe revisar el cálculo para una presión reducida de viento en cables con hielo de 20 kg/m² debiéndose tomar la mayor tensión mecánica que resulte entre este valor y el correspondiente a la máxima velocidad de viento sin hielo

2208-6 Cargas en las estructuras y en sus soportes.

Las cargas que actúan sobre las estructuras de las líneas aéreas y sobre el material usado para soportar los conductores y cables de guarda se calculan como sigue:

a) Carga vertical.

La carga vertical sobre cerchios, postes, torres, crucetas, alfileres, aisladores y accesorios de sujeción de los conductores y cables de guarda, se debe considerar como el peso propio de éstos, más el de los conductores, cables de guarda y equipo que soporten (y, en su caso, carga de hielo), teniendo en cuenta los efectos que pueden resultar por diferencias de nivel entre los soportes de los mismos.

La carga vertical sobre un soporte debida a los conductores o cables de guarda, se debe calcular tomando en consideración el "claro vertical" o "claro de peso", que se define como la distancia horizontal entre los puntos más bajos de las catenarias adyacentes al soporte considerado. De este modo, la carga vertical por conductor o cable de guarda, es igual al claro vertical multiplicado por el peso unitario del cable correspondiente.

b) Carga transversal

La carga transversal es la debida al viento, soplando horizontalmente y en ángulo recto a la dirección de la línea, sobre la estructura, conductores, cables de guarda y accesorios.

La carga transversal sobre la estructura, debida al viento que actúa sobre los conductores y cables de guarda, se debe calcular tomando en consideración el "claro medio horizontal" o "claro de viento", que se define como la semisuma de los claros adyacentes a la estructura considerada. De este modo, la carga transversal por conductores y cables de guarda, es igual al claro medio horizontal multiplicado por su carga unitaria debida al viento; entendiéndose por carga unitaria de viento, el producto de la presión del viento, por el área unitaria proyectada del conductor o cable de guarda.

La carga de viento sobre estructuras de celosía (torres) de sección transversal cuadrada o rectangular, debe calcularse en función del área expuesta de una cara, más 50 % de la misma, para tomar en consideración el área de la cara posterior. El porcentaje indicado puede substituirse por otro basado en cálculos más precisos, o por el que se determine mediante pruebas reales efectuadas.

La carga de viento sobre postes debe calcularse considerando su área proyectada, perpendicular a la dirección del viento.

Cuando la línea cambia de dirección, la carga transversal resultante sobre la estructura, se debe considerar igual al vector suma de la resultante de las componentes transversales de las tensiones mecánicas máximas en los conductores y cables de guarda, originada por el cambio de dirección de la línea, más la carga debida a la acción del viento actuando perpendicularmente sobre todos los cables y sobre la estructura.

Para el cálculo más exacto de la carga debida a la acción del viento en estructuras de deflexión, debe considerarse la superficie proyectada de los cables perpendicular a la dirección del viento.

c) Carga longitudinal.

Es la debida a las componentes de las tensiones mecánicas máximas de los conductores o cables de guarda ocasionadas por desequilibrio a uno y otro lado del soporte, ya sea por cambio de tensión mecánica, remate o ruptura de los mismos.

En general para líneas aéreas hasta de 345 kV, no es necesario considerar carga longitudinal en los soportes comprendidos en tramos rectos de línea, donde no cambia la tensión mecánica de los conductores y cables de guarda a uno y otro lado de los soportes, excepto en el caso de estructuras de remate en tangente.

d) Ruptura de cables.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

En la ruptura de cables para líneas de tensiones superiores a 34.5 kV, se deben considerar las siguientes hipótesis:

d.1) Estructuras hasta con seis conductores y con uno o dos cables de guarda: ruptura de un conductor en la posición más desfavorable, o de un cable de guarda.

Excepción. Para estructuras con dos conductores por fase: ruptura de dos conductores de la fase en la posición más desfavorable, o de un cable de guarda.

d.2) Estructuras con más de seis conductores pero no más de doce y con dos cables de guarda: ruptura de dos conductores de la fase en la posición más desfavorable, o de un cable de guarda.

Para líneas de tensiones hasta de 34.5 kV, no es necesario considerar la ruptura de conductores.

En tramos rectos de línea en donde los conductores estén soportados por medio de cadenas de aisladores de suspensión, la carga longitudinal resultante en las hipótesis de ruptura, se puede considerar igual a la tensión mecánica máxima del conductor o conductores rotos, multiplicada por un factor de reducción de 0.70 cuando existe solamente un conductor por fase y de 0.50 cuando la fase se compone de dos o más conductores. La carga longitudinal debida a la supuesta ruptura de los cables de guarda en cualquier tipo de estructura, así como la de los conductores en las estructuras de remate o de deflexión, debe considerarse igual al 100 por ciento de la tensión mecánica máxima.

e) Aplicación simultánea de cargas

En la aplicación simultánea de cargas, debe considerarse lo siguiente:

e.1) Líneas de tensiones hasta de 34.5 kV

- Al calcular la resistencia transversal se debe suponer que las cargas vertical y transversal actúan simultáneamente.
- Al calcular la resistencia longitudinal no se deben tomar en cuenta las cargas vertical y transversal, sino únicamente la carga longitudinal.

e.2) Líneas de tensiones superiores a 34.5 kV

- Al calcular la resistencia mecánica se debe considerar que las cargas vertical, transversal y longitudinal actúan simultáneamente, excepto en el caso de ruptura de cables en estructuras tipo H semiflexibles, donde se debe considerar la simultaneidad solamente de las cargas vertical y longitudinal.

ARTICULO 2209 - CLASES DE CONSTRUCCION EN LINEAS AEREAS

2209-1 General.

Los materiales empleados en líneas aéreas de nueva construcción, así como los utilizados en su mantenimiento, deben cumplir con los factores de sobrecarga y otros requisitos que se citan en este Artículo, según el grado de resistencia mecánica requerida.

2209-2 Clasificación.

Las líneas aéreas se dividen según su construcción en dos clases que se designan por las letras A y B. La Clase A tiene mayor resistencia mecánica y llena los requisitos más exigentes, que se consideran necesarios en lugares de mayor riesgo. La Clase B tiene menor resistencia mecánica que la A, pero llena los requisitos que se consideran necesarios en lugares de menor riesgo que los considerados para la Clase A.

2209-3 Requisitos de materiales y componentes.

Los materiales empleados en las líneas aéreas, según la clase de construcción, deben cumplir con los requisitos de seguridad que a continuación se citan:

a) Conductores

a.1) Calibres mínimos: Los conductores eléctricos en línea abierta, deben tener una resistencia nominal a la ruptura y un diámetro exterior no menores que los correspondientes a los conductores de cobre semiduro de los calibres indicados a continuación. Los conductores de cualquier otro material deben tener una resistencia mecánica equivalente.

Conductores	Calibre mm ² (A W G)	
	Clase A	Clase B
Eléctricos:		
- Línea abierta	13 30(6)	8.37(8)
- Acometidas de hasta 750 volts a tierra	3 31(12)	3.31(12)
De comunicación en claros no mayores de 50 m	5.26(10)	3 31(12)

El material de los conductores debe ser resistente a la corrosión que exista en la zona en donde se instalen.

a.2) Flechas y tensiones: Las flechas de los conductores deben ser de tal forma que, bajo las cargas mecánicas indicadas en el Artículo 2208 para la zona de que se trate, la tensión de conductor no sea mayor que el 60% de su resistencia nominal a la ruptura.

Adicionalmente, la tensión mecánica a 15°C sin carga de viento y hielo, no debe exceder los siguientes porcentajes de la resistencia nominal a la ruptura del conductor:

Tensión inicial sin carga 35%

Tensión final sin carga 25%

a.3) Empalmes, derivaciones y accesorios de remate.

1. Se recomienda no instalar empalmes en cruzamientos.

Si no es posible evitar su instalación, los empalmes deben tener una resistencia mecánica igual a la del conductor en que se instalen.

2. Se recomienda que las derivaciones no se hagan en el claro del cruzamiento. Si esto no es posible, las derivaciones deben hacerse en tal forma que no debiliten la resistencia mecánica de los conductores en que estén sujetas.

3. Los accesorios de remate y los herrajes de sujeción deben tener suficiente resistencia mecánica para soportar la tensión máxima resultante de la aplicación de las cargas del Artículo 2208 multiplicadas por un factor de sobre carga de 1.65.

b) Cables de guarda de acero galvanizado

b.1) Flechas y tensiones: Las flechas de los cables de guarda deben ser de tal forma que, bajo las cargas mecánicas indicadas en el Artículo 2208 para la zona de que se trate, la tensión del cable no sea mayor que el cincuenta por ciento de su resistencia nominal a la ruptura.

Adicionalmente, la tensión mecánica a 0°C sin carga de viento y hielo, no debe exceder los siguientes porcentajes de la resistencia nominal a la ruptura del cable:

Alta resistencia mecánica	Extra - alta resistencia mecánica
--------------------------------------	--

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Tensión inicial sin carga	25%	20%
Tensión final sin carga	25%	20%

b.2) Empalmes y accesorios de remate. Se deben seguir las mismas recomendaciones indicadas en el subinciso a.3) anterior, puntos 1 y 3.

c) Mensajeros.

Los mensajeros deben ser cableados y no tensionarse más del 60% de su resistencia nominal a la ruptura, bajo las cargas mecánicas indicadas en el Artículo 2208 para la zona de que se trate

d) Alfileres, amarres y herrajes

Los alfileres amarres y herrajes deben poder resistir las cargas longitudinales indicadas en la Sección 2208-6, con los factores de sobrecarga adecuados.

Los alfileres deben resistir las condiciones anteriores sin deformación permanente.

e) Crucetas.

Deben resistir las cargas descritas en la Sección 2208-6, con los factores de sobrecarga indicados en la Tabla 2209.3. Además deben cumplir con los requisitos siguientes:

e.1) Resistencia vertical Deben resistir una carga adicional de 100 kg aplicada en su extremo más alejado. Para cumplir con esta disposición y para soportar otras cargas no usuales, pueden usarse tirantes tornapuntas u otros miembros auxiliares.

Si las crucetas forman parte integral de las estructuras metálicas, deben aplicarse los factores de sobrecarga correspondientes a estas

e.2) Resistencia longitudinal Deben resistir una tensión del conductor más alejado del centro del soporte, no menor de 250 kg, con temperatura mínima. Este requisito es aplicable para líneas hasta de 34.5 kV y claros no mayores de 70 metros.

Para tensiones mayores de 34.5 kV, deben resistir la carga longitudinal debida a las hipótesis de ruptura de cables descrita en la Sección 2208-6, inciso d), con los factores de sobrecarga que se indican en la Tabla 2209.3, aplicados a la tensión mecánica máxima de los cables

e.3) Crucetas dobles. Deben usarse en remates y en estructuras para cruzamientos sobre ferrocarriles, cuando se usen aisladores tipo alfiler.

f) Postes y estructuras

Deben resistir las cargas especificadas en la Sección 2208-6, con los factores de sobrecarga que se indican en la Tabla 2209.3 y cumplir con los requisitos siguientes

f.1) Postes de madera Deben ser de madera seleccionada, libre de defectos que puedan disminuir su resistencia mecánica y tratada con una solución preservadora, para aumentar su duración

El pino del país tiene una resistencia a la ruptura de aproximadamente 400 kg/cm²; sin embargo, se recomienda usar valores de resistencia obtenidos en pruebas

f.2) Postes y estructuras de acero El espesor del material que se utilice no debe ser menor de 4.0 mm

Cuando la aleación del acero no contenga elementos que la hagan resistente a la corrosión, se debe proteger con una capa exterior de pintura o metal anticorrosivo, la cual debe cumplir con la especificación correspondiente

f.3) Postes de concreto Deben ser de concreto reforzado o concreto preesforzado de acuerdo con las necesidades específicas del usuario

g) Retenidas

Sus factores de sobrecarga basados en la resistencia a la ruptura o en límite de fluencia, según el material se indican en la Tabla 2209.3

h) Cimentaciones

Las cimentaciones deben ser diseñadas para resistir las cargas que les transmite la

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

estructura Las cargas que se indican en la Sección 2208-6, multiplicadas por los factores de sobrecarga indicados en la Tabla 2209.3, deben ser aplicados a la estructura.

El diseño de los cimientos se debe verificar que su presión sobre el suelo no exceda el valor admisible de la capacidad de carga del mismo suelo, y que la fuerza de tracción en los cimientos no supere el peso propio del cimiento, más el peso del suelo que gravita sobre él.

i) Pruebas

Se recomienda que los postes o torres y sus cimientos, se sometan a pruebas en prototipos, con métodos adecuados para garantizar su buen funcionamiento

Tabla 2209.3 Factores de sobre carga mínimos para cada clase de construcción de líneas aéreas (Los factores para madera y concreto están basados en la resistencia a la ruptura y para el acero en su límite de fluencia)

Concepto	Clase A	Clase B
1 CRUCETAS		
1.1 Sobrecarga vertical:		
_ Madera (para tensiones hasta 34.5 kV)	2.0	2.0
_ Acero (para tensiones hasta 34.5 kV)	1.5	1.3
_ Acero (para tensiones mayores de 34.5 kV)	1.3	-
1.2 Sobrecarga transversal:		
_ Se deben aplicar los factores indicados en el inciso 2.2		
1.3 Sobrecarga longitudinal:		
_ Acero (para tensiones mayores de 34.5 kV):		
_ Sin ruptura de cables	1.6	
_ Con ruptura de cables	1	
2. POSTES Y TORRES		
2.1 Sobrecarga vertical:		
Madera:		
-Sin ruptura de cables		3.0 2.0
-Con ruptura de cables		2.8 -
Concreto:		
-Sin ruptura de cables		2.5 1.7
-Con ruptura de cables		2.3 -
Acero:		
-Sin ruptura de cables		1.3 1.1
-Con ruptura de cables		1.2 -
2.2 Sobrecarga transversal		
Madera		
En general:		
-Sin ruptura de cables		2.5 2.0
-Con ruptura de cables		1 -
En deflexiones y remates.		
-Sin ruptura de cables		2.0 1.7
-Con ruptura de cables		1 -
Concreto:		
En general:		

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Sin ruptura de cables	2	1.7
-Con ruptura de cables	1	-
En deflexiones y remates:		
-Sin ruptura de cables	1.8	1.5
-Con ruptura de cables	1	-
Acero:		
En general:		
-Sin ruptura de cables	1.8	1.5
-Con ruptura de cables	1.2	-
En deflexiones y remates:		
-Sin ruptura de cables	1.8	1.5
-Con ruptura de cables	1.2	-
2.3 Sobrecarga longitudinal:		
Madera:		
En general:		
-Con ruptura de cables	1	-
En deflexiones y remates:		
-Sin ruptura de cables	2	1.7
-Con ruptura de cables	1	-
Concreto:		
En general:		
-Con ruptura de cables	1	-
En deflexiones y remates:		
_ Sin ruptura de cables	1.8	1.5
_ Con ruptura de cables	1	-
Acero:		
En general:		
_ Con ruptura de cables	1.2	-
En deflexiones y remates:		
_ Sin ruptura de cables	1.6	-
_ Con ruptura de cables	1.2	-
3. RETENIDAS		
Para carga transversal en estructuras de suspension	2.5	2
En deflexiones y remates	1.5	1.2

2209-4 Clase de construcción requerida.

En la Tabla 2209 4 Se especifica la clase de construcción que deben tener las líneas aéreas, según su tensión eléctrica y los lugares por donde pasen o crucen

Los cruzamientos pueden ser en dos formas de una sola línea sobre cualquiera de las condiciones que se muestran en la primera columna de la Tabla 2209 4, o con otros conductores en la misma estructura

Tabla 2209.4.-Clase de construcción requerida líneas aéreas

Líneas aéreas en los niveles superiores, con tensión entre fases de:	
Condiciones o líneas	

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

aéreas en los niveles inferiores	Hasta 15,000 volts	Más de 15,000 hasta 34,500 volts		Más de 34,500 volts
	Zona urbana o rural	Zona urbana	Zona rural	Zona urbana o rural
Derechos de via cercados	B	B	B	A
Calles, carreteras, caminos y campo abierto	B	A	B	A
Carreteras principales, autopistas, vías férreas y aguas navegables	A	A	A	A
Lineas de comunicación	B	A	A	A
Lineas eléctricas con tensión entre fases de				
Hasta 15,000 volts	B	A	B	A
Mas de 15,000 hasta 34,500 volts	-	A	B	A
Mas de 34,500 volts	-	-	-	A

Notas:

1. Las líneas aéreas con cables aislados de los tipos descritos en la Sección 2201.3, inciso b), pueden ser de la clase B, excepto si cruzan sobre vías férreas, carreteras principales, autopistas y aguas navegables
2. En cruzamientos de líneas, la clase de la línea superior debe ser cuando menos igual a la clase de la línea inferior, en cambio, la clase de la línea inferior debe determinarse como si la línea superior no existiera
3. Si existe conflicto entre dos líneas próximas las estructuras de una línea que puedan llegar a tocar los conductores de otra línea, deben ser de la misma clase o superior a la de la segunda línea

ARTICULO 2210.- RETENIDAS

2210-1 General.

a) En postes de madera y de concreto se debe considerar que las retenidas, llevan la resultante de la carga total en la dirección en que actúen

b) En líneas que crucen sobre vías ferreas, las estructuras adyacentes deben ser lo suficientemente fuertes para resistir las cargas transversal y longitudinal señaladas en el Artículo 2208 con el factor de sobrecarga que corresponda a la clase "A" de construcción.

Este requisito puede ser cubierto con la ayuda de retenidas transversales y longitudinales opuestas a la vía

c) Se recomienda usar para las retenidas, cables de acero y herrajes adecuados, que protejan al poste y mantengan al cable en la posición correcta

d) El cable de acero, herrajes y aisladores que se utilicen deben tener una resistencia mecánica no menor que la requerida para la retenida

e) En lugares expuestos al tránsito de vehículos y peatones, el extremo anclado de todas las retenidas fijadas al piso, debe tener un resguardo suficientemente visible y fuerte, no menor de 2.50 m de longitud.

2210-2 Aisladores para retenidas (en líneas de distribución).

a) Resistencia mecánica

La resistencia mecánica de ruptura de los aisladores para retenidas, no debe ser menor que la resistencia de ruptura del cable de la retenida en que se instalen

b) Tensión de flameo

La tensión de flameo en seco de los aisladores, debe ser cuando menos del doble de la tensión nominal entre fases de la línea en que se usen, y su tensión de flameo en húmedo, cuando menos igual a dicha tensión

c) Uso de aisladores en retenidas.

c.1) Ningún aislador debe quedar a una altura menor de 2.50 m del nivel del piso.

c.2) Cuando una retenida no conectada efectivamente a tierra, pase cerca de conductores o partes descubiertas energizadas a más de 300 V, debe proveerse un medio aislante adecuado de manera que el tramo de la retenida expuesto a contacto con dichos conductores o partes energizadas, quede comprendido entre la parte aislada. Ver la Sección 2201-8, inciso c), referente a puesta a tierra de retenidas

c.3) Para retenidas instaladas en líneas suministradoras abiertas de 0 a 300 V debe instalarse un aislador apropiado, o bien conectarse a tierra como lo establece la Sección 2103-4 inciso b)



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
BAJO LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM - 001 - SEMP - 1994
(PARTE 2)**

TEMA:

CAPITULO "XXIII"

LINEAS SUBTERRANEAS

REQUISITOS GENERALES

**COORDINADORES ACADEMICOS : ING. ARTURO MORALES COLLANTES
ING. MARCO A. MACIAS HERRERA
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 1999**

CAPITULO 23 LINEAS SUBTERRANEAS

ARTICULO 2301 - REQUISITOS GENERALES

2301-1 Campo de aplicación.

Este capítulo contiene requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las líneas subterráneas de energía eléctrica, de comunicación y sus equipos asociados, con objeto de salvaguardar a las personas durante su instalación, operación y mantenimiento. Los requisitos generales para la aplicación de esta norma están contenidos en las Secciones 2101-3 y 2101-4. El diseño y proyecto de las instalaciones subterráneas debe ser tal, que tienda a conservar o mejorar el entorno ecológico del lugar donde vayan a utilizarse.

2301-2 Alcance.

Este capítulo se refiere a los cables de energía y comunicación empleados en sistemas subterráneos. Esta normatividad incluye los arreglos estructurales asociados y la extensión de tales sistemas dentro de los edificios. También cubre los cables y equipo primario empleado para la utilización de la energía eléctrica, cuando, son usados por las compañías suministradoras.

Nota: Cuando se requiera para instalación en subestaciones referirse al Capítulo 24

2301-3 Artículos de referencia.

Las disposiciones de carácter general (Artículo 2101), definiciones (Artículo 2102) y métodos de puesta a tierra (Artículo 2103) de estas normas serán aplicables a los requisitos de este capítulo.

2301-4 Instalación y mantenimiento.

- a) El propietario de líneas subterráneas debe tener en su poder planos actualizados de la instalación, en los cuales se indique la localización precisa en el terreno, de las líneas subterráneas y las características generales de las mismas. Estos planos deben proporcionarse a cualquier autoridad competente que los solicite.
- b) Debe informarse con anticipación a los propietarios o encargados de la operación de otras instalaciones cercanas de las nuevas construcciones o cambios en las instalaciones existentes que puedan afectar adversamente a las primeras.
- c) Cuando la realización de los trabajos de mantenimiento afecte el entorno ecológico, este debe restituirse tan pronto sean terminados los trabajos.

2301-5 Localización y accesibilidad

Las líneas subterráneas deben quedar localizadas en tal forma que no interfieran con otras instalaciones o propiedades. Los cables y equipos deben quedar adecuadamente acomodados con la provisión de espacio de trabajo suficiente y separación adecuada, de tal manera que el personal autorizado pueda rápidamente tener acceso para examinarlos o ajustarlos durante su operación.

2301-6 Inspección y pruebas de líneas y equipos.

a) En servicio

1. Puesta en servicio

Las líneas y equipos deben cumplir con esta Norma y con las que indique el suministrador antes de ser puestas en servicio.

2. Inspección.

Las líneas y equipos que sean accesibles, deben ser inspeccionados por el propietario o responsable de su operación, en intervalos que estén de acuerdo a lo mostrado por la experiencia, generalmente del suministrador.

3. Pruebas.

Cuando se considere necesario, las líneas y equipos deben sujetarse a pruebas para determinar si requieren mantenimiento.

4. Registro de defectos

Cualquier defecto descubierto durante la inspección, que afecte el cumplimiento de esta norma, debe registrarse. Este registro debe mantenerse hasta que el defecto sea corregido

5. Reparación de defectos

Las líneas y equipos que registren defectos que, pudieran dañar la vida o propiedades, deben ser reparados, desconectados o aislados

b) Fuera de servicio

1. Líneas de uso no frecuente

Las líneas y equipos usados de manera poco frecuente, deben ser inspeccionados o probados, antes de ser puestos en servicio

2. Líneas temporalmente fuera de servicio.

Las líneas y equipos temporalmente fuera de servicio deben mantenerse en condiciones seguras, aterrizadas y con un aviso que indique su condición

3. Líneas permanentemente abandonadas

Las líneas y equipos permanentemente abandonados deben ser retirados, o si su degradación no afecta el entorno ecológico, mantenidas en condiciones de seguridad.

2301-7 Protección en áreas de trabajo.

a) Tráfico de peatones y vehículos

1. Antes de iniciar cualquier trabajo que pueda poner en peligro al público o a los trabajadores, deben colocarse avisos preventivos o barreras normalizadas, o conos fosforescentes, de tal manera que sean perfectamente visibles al tráfico que se acerca al lugar de trabajo. En estos mismos casos el personal de piso a cargo de estos trabajos debe usar chalecos de color fosforescente y debe poner en funcionamiento los faros giratorios del vehículo. Durante la noche adicionalmente deben utilizarse señales luminosas o reflejantes. Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones de tráfico lo justifiquen, una persona debe dedicarse exclusivamente a advertir al tráfico sobre los riesgos existentes, utilizando banderolas rojas o señales luminosas según sea de día o de noche. Los preventivos mencionados deben estar a una distancia adecuada considerando la topografía y configuración de las vías de circulación en el área de trabajo, así como la velocidad de circulación.

2. Se recomienda que los avisos sean de la siguiente manera,

- En los "avisos de precaución" el fondo de color ambar con señales y letreros de advertencia color negro
- En los "avisos de peligro" el fondo de color blanco con señales y letreros de advertencia color rojo

3. Durante el día los hoyos, cepas, registros sin tapa u obstrucciones, deben identificarse con señales de peligro tales como avisos preventivos y acordonamiento, conos fosforescentes o barreras. Durante la noche deben usarse señales luminosas o reflejantes. De ser necesario dejar desatendido temporalmente algún hoyo o cepa, debe colocarse una tapa provisional para evitar accidentes al público

4. Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones del tráfico lo justifiquen, debe solicitarse el auxilio de las autoridades de tránsito competentes, para advertir al tráfico sobre los riesgos existentes.

b) Trabajadores.

1. Cuando por razón de los trabajos se expongan partes energizadas o en movimiento, deben colocarse avisos preventivos y guardas, para advertir a los otros trabajadores en el área
2. Cuando se trabaje en áreas con secciones múltiples muy semejantes, como es el caso de una sección de una subestacion, la sección de trabajo debe marcarse en forma notoria, acordonándola o usando barreras, con avisos preventivos, a fin de evitar contactos accidentales con partes energizadas tanto de la propia sección de trabajo como de secciones adyacentes

c) Conductores.

Todo trabajador que encuentre cables o alambres que representen peligro, debe informar de la situación peligrosa a su jefe inmediato, colocando avisos preventivos y debe quedarse a vigilar. De estar facultado y contar con los medios necesarios debe corregir la condición que representa peligro

2301-8 Conexión a tierra de circuitos y equipos.

a) Métodos.

Los métodos que deben utilizarse para conectar a tierra los circuitos y equipos son los que se indican en el Artículo 2103

b) Partes conductoras que deben conectarse a tierra

Las pantallas y cubiertas metálicas de los cables, los tanques, gabinetes o cubiertas de equipos, así como los postes que sean conductores y que se utilicen en alumbrado deben conectarse efectivamente a tierra. Los ductos y las cubiertas protectoras de los cables, que sean de un material conductor y estén expuestos a un posible contacto con conductores de más de 300 V a tierra, deben conectarse efectivamente a tierra

Excepción - Este requisito puede omitirse en el caso de partes conductoras expuestas que estén a una distancia superior o igual a 2.4 m, desde una superficie fácilmente accesible

c) Circuitos

1. Neutro común y otros neutros

Los conductores usados como neutros de líneas primarias y secundarias, así como los neutros comunes entre circuitos primarios y secundarios deben ser efectivamente aterrizados como se especifica en el Artículo 2103

Excepción Los circuitos diseñados para detección de falla a tierra y los dispositivos con impedancia limitadora de corriente

2. Otros conductores

Otros conductores diferentes a los neutros deben aterrizzarse efectivamente como se especifica en el Artículo 2103

3. Apartarrayos

Cuando la operación de los apartarrayos dependa de su aterrizamiento estos deben aterrizzarse efectivamente como se indica en el Artículo 2103

4. Uso de la tierra (suelo) como parte del circuito

Los circuitos alimentadores no deben diseñarse para usar la tierra (suelo) como único elemento de retorno de la corriente para cualquier parte del circuito

Nota: La operación monopolar y bipolar de sistemas de alta tensión de corriente directa, se considera permisible para emergencias y periodos limitados de mantenimiento.

2301-9 Requisitos de protección de circuitos y equipos de comunicación.

a) Casos en que se requiere

Los circuitos y aparatos de comunicación deben protegerse por uno o más de los medios que se indican en el inciso b) siguiente, si los mismos están conectados permanentemente a las líneas sujetas a cualquiera de las siguientes condiciones:

- 1) Descargas atmosféricas; 2) posibles contactos con conductores cuya tensión exceda de 300 V a tierra; 3) transitorios cuyo potencial exceda de 300 V a tierra; ó 4) tensiones inducidas en condiciones normales de operación que alcancen valores peligrosos.

Nota: Cuando los cables de comunicación se encuentren localizados cerca de plantas generadoras y subestaciones, donde puedan circular grandes corrientes de tierra, debe evaluarse el efecto que estas corrientes causen en los circuitos de comunicación

b) Medios de protección

Para cumplir con el requisito del inciso anterior, deben usarse medios de protección consistentes en aislamientos adecuados y el uso de apartarrayos cuando sea necesario

En condiciones severas, se puede requerir el uso de dispositivos adicionales tales como apartarrayos auxiliares, bobinas de drenaje, transformadores de neutralización o dispositivos que los aislen y los protejan

2301-10 Tensiones inducidas.

Los riesgos derivados de tensiones inducidas en condiciones normales de operación, deben eliminarse

En el caso de tensiones inducidas en condiciones de transitorios, los riesgos deben reducirse al mínimo posible

Debe informarse con tiempo razonable de anticipación a los propietarios o encargados de la operación de otras instalaciones cercanas de las nuevas construcciones o cambios en las instalaciones existentes que puedan afectar adversamente a las mismas

ARTICULO 2302 - OBRA CIVIL PARA INSTALACIONES SUBTERRANEAS.

2302-1 Definiciones.

Para el propósito de estas normas se entiende por

Banco de ductos: Es un conducto formado por dos o más ductos

Ducto: Es un conducto cerrado que se utiliza para alojar en su interior uno o varios cables

Obra civil para instalaciones subterráneas o canalización subterránea: Es la combinación de ductos, bancos de ductos, registros, pozos y bovedas que forman la obra civil

2302-2 Trayectoria.

a) Disposiciones generales

1. Las instalaciones subterráneas deben hacerse en ductos

Excepción Cables submarinos

- 2 La obra civil para instalaciones subterráneas debe seguir en lo posible, una trayectoria recta entre sus extremos cuando sea necesario puede seguir una trayectoria curva, siempre que el radio de curvatura sea lo suficientemente grande para evitar el daño de los cables durante su instalación

Recomendación El cambio máximo de dirección en un tramo recto de un banco de ductos aplicando el doble natural de los ductos, no debe ser mayor a cinco grados

3. Si la trayectoria sigue una ruta paralela a otras canalizaciones o estructuras subterráneas ajenas, no debe localizarse directamente arriba o abajo de dichas canalizaciones o estructuras; cuando esto no sea posible, debe cumplirse con la separación indicada en la Sección 2302-4.
4. En cada entidad debe formarse un comité con un representante de cada institución que haga uso del suelo para instalaciones subterráneas con la finalidad de optimizar el uso del mismo, reglamentando la ubicación de las instalaciones subterráneas en la vía pública, atendiendo lo indicado por esta norma.

b) Riesgos naturales del terreno.

Debe evitarse en lo posible que la trayectoria de las canalizaciones subterráneas atraviese terrenos inestables (pantanosos, lodosos, etc) o altamente corrosivos. Si es necesario construir a través de estos terrenos, debe hacerse de tal manera que se evite o reduzca al mínimo el movimiento o la corrosión

c) Autopistas y calles

Cuando los bancos de ductos deban ser enterrados a lo largo de caminos en donde no existan banquetas, debe utilizarse como trayectoria la guarnición.

d) Túneles y puentes

La localización de la obra civil para instalaciones subterráneas en túneles y puentes debe hacerse previendo que el tráfico la dañe lo menos posible. Así mismo, deben tenerse accesos seguros para la inspección y mantenimiento tanto de las estructuras como de la obra civil

e) Cruzamientos de vías de ferrocarril

En los cruzamientos de vías de ferrocarril ubicados en calles pavimentadas, la profundidad mínima de la obra civil de instalaciones subterráneas debe ser de 0.9 m, cuando la vía del ferrocarril este localizada en calles o caminos no pavimentados, la profundidad mínima debe ser de 1.27 m

En caso de requerirse registros, pozos de visita o bóvedas, estos deben localizarse en el derecho de vía

Cuando existan condiciones especiales o que el proyecto propuesto interfiera con instalaciones existentes, las partes involucradas deben acordar los requerimientos a cumplir

Nota: Cuando no sea posible cumplir con las profundidades marcadas en este punto, estas se podrán reducir previo acuerdo entre las partes involucradas, pero en ningún caso los bancos de ductos o alguna protección de estos debe estar expuesta a la carpeta de agregados donde se hacen trabajos de mantenimiento y limpieza

f) Cruzamientos submarinos

Los cruzamientos submarinos deben ser instalados siguiendo una trayectoria tal, que estén protegidos de la erosión ocasionada por la acción de las olas o las corrientes submarinas. Su trayectoria no debe atravesar zonas de anclaje de embarcaciones.

g) Otras condiciones

1. Albercas

Los cables eléctricos no deben instalarse a una distancia menor a 1.5 m de una alberca o de su equipo auxiliar. Cuando esto no se pueda cumplir debe proporcionarse una protección mecánica suplementaria

2. Cimentaciones

Las canalizaciones subterráneas no deben instalarse directamente abajo de cimentaciones de edificios o de tanques de almacenamiento. Cuando esto no sea posible la estructura del banco de ductos debe diseñarse para prevenir la aplicación de cargas perjudiciales sobre los cables

2302-3 Profundidad.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

La tabla 2302 3 indica la profundidad mínima a la que deben instalarse los ductos o bancos de ductos, siempre que se cumplan los requisitos que se indican en la Sección 2302-6, subinciso a.3) Esta profundidad debe considerarse con respecto a la parte superior de los ductos o su recubrimiento

Tabla 2302.3 Profundidad mínima de los ductos o bancos de ductos.

Localización	Profundidad mínima m
En lugares no transitados por vehículos	0.3
En lugares transitados por vehículos.	0.5
Bajo carreteras	1.0
Bajo la base inferior de rieles en vías de ferrocarril ubicadas en calles pavimentadas	0.9
Bajo la base inferior de rieles en vías de ferrocarril ubicadas en calles o caminos no pavimentados.	1.27

Nota 1: Cuando se instalen cables para diferentes tensiones en una misma trinchera, los cables de mayor tensión deben estar a mayor profundidad.

Nota 2: Los cables submarinos deben enterrarse en una trinchera de 1 m de profundidad hasta alcanzar los 10 m de calado en zonas de arena, en zonas de roca debe protegerse con medias cañas de fierro, en partes más profundas irán depositadas en el lecho marino a fondo perdido.

Nota 3 Cuando no sea posible cumplir con estas profundidades, pueden reducirse previo acuerdo entre las partes involucradas

2302-4 Separación de otras instalaciones subterráneas.

a) General.

La separación entre el sistema de canalizaciones subterráneas y otras estructuras subterráneas ubicadas en forma paralela debe tener el ancho necesario para permitir el mantenimiento de los sistemas sin dañar las estructuras paralelas. Un banco de ductos que cruce sobre otra estructura debe tener una separación suficiente que evite el daño de ésta, estas separaciones deben ser determinadas por las partes involucradas

Nota: Cuando un banco de ductos cruce un pozo de visita, una bóveda o por el techo de túneles de tránsito vehicular, estos pueden estar soportados directamente en el techo, coincidiendo con todas las partes involucradas

b) La separación mínima entre ductos o bancos de ductos, y entre ellos y otras estructuras se indica en la tabla 2302 4 a)

Tabla 2302.4 a).-Separación entre ductos o bancos de ductos y con respecto a otras estructuras subterráneas.

Medio separador	Separación mínima m
Tierra compactada	0.30

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Tabique.	0.10
Concreto	0.05

Nota 1: Para cables submarinos la separación debe ser de 1.5 veces la profundidad.

Nota 2: Previo acuerdo entre las partes involucradas, pueden reducirse estas separaciones.

c) Separación de instalaciones de drenaje, tuberías de agua, vapor o combustible.

Los ductos o bancos de ductos de líneas eléctricas y de comunicación, no deben quedar en contacto con ninguna de estas instalaciones, su separación debe ser tan grande como sea posible, a fin de permitir trabajos de reparación o mantenimiento. En el caso de cruzamientos sobre dichas instalaciones, deben colocarse en ambos lados soportes adecuados para evitar que el peso de los ductos pueda dañar a las instalaciones

2302-5 Excavación y material de relleno.

a) Trincheras.

El fondo de las trincheras debe estar limpio, relativamente plano y compactado al 90 % para banquetas y al 95 % para calles. Cuando la excavación se haga en terreno rocoso, el ducto o banco de ductos debe colocarse sobre una capa protectora de material de relleno limpio y compactado.

b) Material de relleno.

El relleno debe estar libre de materiales que puedan dañar a los ductos o bancos de ductos y compactado al 90 %.

2302-6 Ductos y uniones.

a) General.

- a.1) El material de los ductos debe ser resistente a esfuerzos mecánicos, a la humedad y al ataque de agentes químicos del medio donde quede instalado
 - a.2) El material y la construcción de los ductos debe seleccionarse y diseñarse en tal forma que la falla de un cable en un ducto, no se extienda a los cables de ductos adyacentes
 - a.3) Los ductos o bancos de ductos deben estar diseñados y construidos para soportar las cargas exteriores a que pueden quedar sujetos, de acuerdo con los criterios que se establecen en la Sección 2302-11, excepto que la carga de impacto puede ser reducida un tercio por cada 30 cm de profundidad, en tal forma que no necesita considerarse carga de impacto cuando la profundidad es de 90 cm. o mayor.
 - a.4) El acabado interior de los ductos debe estar libre de asperezas o filos que puedan dañar los cables
 - a.5) La sección transversal de los ductos debe ser tal que de acuerdo con su longitud y curvatura permita instalar los cables sin causarles daño
- El área de la sección transversal de los cables no debe ser mayor al 55 % del área de la sección transversal del ducto

b) Instalación.

- b.1) En media tensión debe usarse un ducto por cable y en baja tensión un ducto por circuito. Cuando se instalen tres cables de baja tensión en un ducto, la suma de sus diámetros no debe ser igual al diámetro interior del ducto
- b.2) Los ductos incluyendo sus extremos y curvas, deben quedar fijos por el material de relleno, envolvente de concreto, anclas u otros medios, en tal forma que se mantengan en su posición original bajo los esfuerzos impuestos durante la instalación de los cables u otras condiciones
- b.3) Los tramos de ductos deben quedar unidos en tal forma que no queden escalones

entre uno y otro tramo. No deben usarse materiales que puedan penetrar al interior de los ductos, formando protuberancias al solidificarse y que puedan causar daño a los cables.

- b.4) Cuando se tengan condiciones tales que se requiera usar tubos con revestimiento exterior, el revestimiento de éstos debe ser resistente a la corrosión y debe ser inspeccionado y probado, verificando que el revestimiento sea continuo y esté intacto antes de rellenar, debe tenerse la precaución de no dañar el revestimiento al hacer el rellenado y compactado
- b.5) En media tensión para atravesar los muros de un edificio, deben dejarse tres ductos de reserva y en baja tensión, uno
- b.6) Cuando se tengan bancos de ductos instalados en puentes metálicos; el banco de ductos debe tener la capacidad de permitir la expansión y contracción de la estructura del puente. Los bancos de ductos que pasen a través de los estribos del puente deben ser instalados de manera que evite o resista cualquier hundimiento debido a un asentamiento del suelo.
- b.7) Los ductos a la entrada de registros, pozos, bóvedas y otros recintos, deben quedar en terreno muy bien compactado o quedar soportados adecuadamente para evitar esfuerzos cortantes en los mismos
- b.8) El extremo de los ductos dentro de los registros, pozos, bóvedas y otros recintos, debe tener los bordes redondeados y lisos para evitar daño a los cables
- b.9) Se recomienda que los ductos se instalen con una pendiente de 0.25 por ciento como mínimo, para facilitar el drenado
- b.10) Para evitar la posibilidad de que por los ductos entren líquidos, gases o animales, se recomienda utilizar sellos que impidan su paso. Esta medida puede complementarse con la instalación de dispositivos de ventilación y drenaje.

2302-10 Registros, pozos de visita y Bóvedas.

a) Localización.

La localización de los registros, pozos y bóvedas debe ser tal que su acceso desde el exterior quede libre y sin interferir con otras instalaciones. Debe evitarse, en lo posible, que en carreteras queden localizados en la carpeta asfáltica y en vías de ferrocarril en el terraplén.

b) Cuando los registros, pozos y bóvedas estén con el acceso abierto, deben colocarse medios adecuados de protección y advertencia para evitar accidentes.

c) Desagüe

En los registros, pozos y bóvedas cuando sea necesario debe instalarse un medio adecuado de desagüe. No debe existir comunicación con el sistema de drenaje.

d) Ventilación.

Cuando los pozos, bóvedas y túneles tengan comunicación con galerías o áreas cerradas transitadas por personas, deben tener un sistema adecuado de ventilación hacia el exterior.

e) Detección de gases.

No se debe entrar a ningún pozo o bóveda sin que antes se determine y compruebe mediante un equipo adecuado la ausencia de gases explosivos o tóxicos.

f) Los accesos a registros, pozos de visita o bóvedas no deben ser obstruidos por construcciones, estructuras, instalaciones provisionales, equipos semifijos o cualquier otra instalación.

2302-11 Resistencia mecánica

Los registros, pozos y bóvedas deben estar diseñados y contruidos para soportar todas las cargas estáticas y dinámicas que puedan actuar sobre su estructura.

Las cargas estáticas incluyen el peso propio de la estructura, el del equipo, el del agua sobre la cubierta interior, del hielo y otras cargas que tengan influencia sobre la misma estructura.

Las cargas dinámicas incluyen principalmente el peso de vehículos en movimiento y cargas por impacto que actúen sobre la estructura.

a) En las zonas de tránsito de vehículos debe tomarse en cuenta, para el cálculo, el vehículo más pesado que pueda transitar por el lugar y debe considerarse que su peso se reparte en cuatro ruedas, pero que sólo una de ellas transmite su carga a la cubierta y a la estructura del registro, pozo o bóveda, en una área de 25 X 60 cm; excepto el caso en que, por las dimensiones del recinto, la estructura y su cubierta tengan que soportar la carga transmitida por dos ruedas separadas 2 m en línea transversal al eje del vehículo.

Dar doble click para ver Imagen

V=Dimensión que varía entre 4.25 y 9.0 m (La dimensión a usar será aquella que de por resultado la carga lateral y vertical que produzca los máximos momentos flexionantes en la estructura)

Dar doble click para ver Imagen

Fig. 2302.11a) Características del vehículo para determinar la carga dinámica.

Nota: Como referencia, la carga dinámica que puede considerarse para el cálculo anterior, corresponde a un vehículo cuyo peso y dimensiones se indican en la figura 2302 11 a)

b) En zonas que no tienen tránsito de vehículos debe considerarse una carga dinámica mínima de 1 500 Kg/m²

c) Las cargas dinámicas deben incrementarse en 30 % por impacto

d) Cuando en los registros, pozos y bóvedas se coloquen anclas para el jalado de los cables éstas deben tener la resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas, con un factor de seguridad mínimo de 2

2302-12 Dimensiones.

Las paredes interiores de los registros deben dejar un espacio libre cuando menos igual al que deja su tapa de acceso, y su altura debe ser tal que permita a una persona trabajar desde el exterior o parcialmente introducida en ellos

En los pozos y bóvedas además del espacio ocupado por cables y equipo, debe dejarse espacio libre suficiente para trabajar. La dimensión horizontal de este espacio debe ser cuando menos de 0.9 m la vertical de 1.8 m

En el caso de líneas de comunicación las dimensiones mínimas de dicho espacio deben ser la horizontal de 0.8 m y la vertical de 1.2 m

2302-13 Acceso a pozos y bóvedas.

a) El acceso a los pozos debe tener un espacio libre mínimo de 56 X 65 cm si es rectangular, o de 84 cm de diámetro si es circular. En el caso de líneas de comunicación dicho espacio debe ser de 40 X 50 cm si es rectangular. El acceso debe estar libre de protuberancias que puedan lesionar al personal o que impidan una rápida salida

b) El acceso a pozos y bóvedas no debe ser localizado directamente sobre los cables o equipo. Cuando el acceso interfiera con algún obstáculo, puede quedar localizado sobre los cables, si se cumple con alguna de las siguientes medidas: 1) una señal de advertencia adecuada; 2) una barrera de protección sobre los cables; o 3) una escalera fija

c) En bóvedas puede tenerse otro tipo de aberturas localizadas sobre el equipo, para facilitar su operación desde el exterior

2302-14 Tapas

Las tapas de los registros, pozos y bóvedas deben ser de masa y diseño para que asienten y

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

cubran los accesos, así como para evitar que puedan ser fácilmente removidas sin herramientas. Cuando las tapas de bóvedas y pozos para acceso del personal sean ligeras, deben estar provistas de aditamentos para la colocación de candados.

Las tapas deben ser de un diseño tal que no puedan caer accidentalmente dentro de los registros, pozos o bóvedas. No deben tener protuberancias dentro de los pozos de visita suficientemente grandes para tener contacto con los cables o equipos.

Las tapas y sus soportes deben tener la resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas que se mencionan en la Sección 2302-11.

Las tapas deben ser antiderrapantes y tener una identificación visible desde el exterior que indique el tipo de instalación o la empresa a la que pertenecen.

En el caso de transformadores instalados en bóvedas, las tapas deben contar con una rejilla apropiada para permitir la ventilación. La separación del enrejado no debe permitir el paso de objetos que puedan dañar los cables o los equipos.

2302-15 Puertas de acceso a túneles y bóvedas.

a) Las puertas de acceso deben ser localizadas de forma tal que se provea un acceso seguro

b) Las puertas de acceso del personal a las bóvedas, no deben localizarse o abrir directamente sobre el equipo o cables. Las aperturas de otros tipos (no para acceso del personal) en las bóvedas, pueden ubicarse sobre el equipo para facilitar el trabajo, reemplazo o instalación del mismo.

c) Cuando las puertas de túneles y bóvedas dentro de edificios, estén accesibles al público, deben estar cerradas con llave, a menos que personal autorizado impida la entrada al público.

d) Estas puertas deben diseñarse en tal forma que una persona pueda salir rápidamente, aun cuando la puerta este cerrada desde el exterior.

ARTICULO 2303 - CABLES SUBTERRANEOS.

2303-1 Diseño y construcción.

El diseño, construcción y materiales de los cables subterráneos deben estar de acuerdo con la tensión, intensidad de corriente, corriente de cortocircuito, elevación de temperatura y condiciones mecánicas y ambientales a que se sometan durante su instalación y operación.

Cuando los cables estén expuestos a ambientes húmedos y corrosivos es conveniente sean diseñados y usados con cubiertas protectoras.

Cuando técnicamente el diseño lo permita debe evitarse usar materiales en las pantallas y cubiertas de los cables que en contacto directo o como resultado de su combustión sean dañinos para la salud de los seres vivos.

Nota 1) Los cables que se usen en líneas subterráneas deben cumplir con todas las pruebas y requisitos que se indican en las Normas correspondientes.

Nota 2). Los cables que se usan en edificios deben ser del tipo antífama y libres de halógenos.

2303-2 Pantallas sobre el aislamiento.

Los cables que operen a una tensión de 5 kV entre fases o mayor, deben tener una pantalla semiconductor en contacto con el aislamiento y una pantalla metálica no magnética en contacto con dicha pantalla semiconductor.

El material de la pantalla metálica debe ser resistente a la corrosión o bien estar

adecuadamente protegido

Excepción: Tramos cortos usados como bus de amarre que no hagan contacto con superficies o materiales aterrizados

2303-3 Conexión a tierra de las pantallas metálicas.

Las pantallas o cubiertas metálicas de los cables deben estar conectadas efectivamente a tierra

Las pantallas metálicas pueden ser seccionadas siempre y cuando cada sección sea efectivamente aterrizada

Excepción Puede omitirse esta conexión a tierra solo cuando así lo requiera la operación de los cables y siempre que existan protecciones que impidan el contacto de personas con las mismas partes metálicas o que queden fuera de su alcance

Las conexiones de las pantallas metálicas hacia los cables para su aterrizado, deben asegurar un buen contacto, evitando que se aflojen o se suelten. Estas pueden hacerse por medio de conectores del mismo metal u otro material adecuado para el propósito y las condiciones de uso, o por medio de soldadura, cuidando que esta y los fundentes aplicados sean los adecuados

Los conectores para unir las pantallas metálicas de cables en empalmes y terminales deben ser los adecuados para asegurar un buen contacto mecánico y eléctrico, usando el tamaño y material conveniente a fin de evitar pérdidas de energía por calentamientos. Estos conectores pueden ser del tipo para soldar o a presión. En el caso de conductores de área transversal de 8.37 mm² (8 AWG) y menores, la conexión puede hacerse trenzando los conductores o mediante un conector de tornillo adecuado

2303-4 Tensiones inducidas en la pantalla metálica.

Se recomienda que las tensiones inducidas en condiciones normales de operación, no sean mayores a 55 V

2303-8 Instalación de cables en canalizaciones subterráneas.

a) Debe evitarse que los cables sean doblados con radios menores al mínimo señalado por el fabricante (en ningún caso este radio será menor a 12 veces el diámetro externo del cable) durante su manejo, instalación y operación

b) Las tensiones de jalado y las presiones sobre las paredes, que se presenten durante la instalación de los cables, no deben alcanzar valores que puedan dañar a los mismos. Deben limitarse a los recomendados por el fabricante

c) Los ductos deben limpiarse previamente a la instalación de los cables

d) Cuando se use lubricante durante el jalado de los cables, éste no debe afectar a los cables ni a los ductos

e) En instalaciones verticales o con pendientes, los cables deben soportarse adecuadamente para evitar deslizamientos y deformaciones debido a su masa

f) Los cables eléctricos y de comunicación no deben instalarse dentro del mismo ducto

g) Cuando en un banco de ductos se instale más de un circuito debe analizarse la capacidad de conducción de corriente con el objeto de reducir las pérdidas de energía por agrupamiento de conductores

2303-9 Cables en registros, pozos y bóvedas.

a) Soportes

a 1) Los cables dentro de los registros, pozos o bóvedas deben quedar fácilmente accesibles y soportados de tal manera que no sufran daño debido a su propia masa, curvaturas o movimientos durante su operación

a.2) Los soportes de los cables deben estar diseñados para resistir la masa de los propios cables y de cargas dinámicas; mantenerlos separados en claros específicos y ser adecuados al medio ambiente

a.3) Los cables deben quedar soportados cuando menos 10 cm arriba del piso, o estar adecuadamente protegidos.

Excepción - Este requisito no se aplica a conductores neutros y de puesta a tierra

a.4) La instalación debe permitir el movimiento del cable sin que haya concentración de esfuerzos destructivos.

b) Separación entre cables eléctricos y de comunicación.

b.1) Los pozos de visita deben reunir los requisitos siguientes respecto a las dimensiones. Debe mantenerse un espacio de trabajo limpio, suficiente para desempeñar las labores. Las dimensiones del área de trabajo horizontales deben ser como mínimo de 0.9 m y las verticales deben ser como mínimo de 1.8 m

b.2) No deben instalarse cables eléctricos y de comunicación dentro de un mismo registro, pozo o bóveda

b.3) Cuando no sea posible cumplir con el punto anterior, se pueden instalar en un mismo registro, pozo o bóveda, cables eléctricos y de comunicación, siempre que se cumpla con los siguientes requisitos

1.- Que exista acuerdo entre las partes involucradas

2.- Que los cables queden soportados en paredes diferentes, evitando cruzamientos

3.- Si no es posible instalarlos en paredes separadas, los cables eléctricos deben ocupar niveles inferiores a los de comunicación.

4.- Deben instalarse permitiendo su acceso sin necesidad de mover a los demás.

5.- Que la separación mínima entre cables eléctricos y de comunicación, dentro del registro, pozo o bóveda, sea la indicada en la tabla 2303.9b.1).

Tabla 2303.9b.1).-Separación mínima entre cables eléctricos y de comunicación dentro de un mismo registro, pozo o bóveda.

Cables eléctricos Tensión entre fases (kV)	Separación en m
Hasta 15	0.15
Más de 15 hasta 50	0.23
Más de 50 hasta 120	0.30
Más de 120	0.60

Excepción No. 1 Estas separaciones no se aplican a conductores de puesta a tierra

Excepción No. 2 Estas separaciones pueden reducirse previo acuerdo entre las partes involucradas siempre y cuando se instalen barreras o protecciones adecuadas

Nota: Cuando ambos tipos de cables queden colocados en la misma pared del recinto se recomienda que los cables de electricidad ocupen niveles inferiores a los de comunicación

c).- Identificación

c.1) Los cables dentro de los registros, pozos o bóvedas, deben estar permanentemente identificados por medio de placas, o algún otro tipo de identificación

c.2) El material de identificación debe ser resistente a la corrosión y a las condiciones del medio ambiente.

c.3) Cuando se instalen cables eléctricos y de comunicación en un mismo registro, pozo o bóveda, deben estar permanentemente identificados indicando el nombre de la empresa o el tipo de uso, como se indica en la figura 2303.9 c.3).

Dar doble click para ver Imagen

Figura 2303.9 c.3.- Identificación de cables

2303-10 Protección contra fuego.

Aunque no es requisito la condición a prueba de fuego, se puede proporcionar de acuerdo a las prácticas de confiabilidad de servicio normal de las empresas, puede proporcionarse una protección contra fuegos externos.

2303-11 Cables de comunicación conteniendo circuitos especiales de alimentación.

A los circuitos especiales operando en tensiones mayores a 400 V a tierra ~~✖~~ usados para alimentar energía solamente a equipos de comunicaciones, pueden considerarse como cable de comunicaciones bajo las condiciones siguientes

- 1.- Tales cables deben tener pantallas conductoras o pantallas que deben estar conectadas efectivamente a tierra y cada uno de tales circuitos debe llevarse en un conductor individualmente encerrado con una pantalla de aterrizamiento efectivo.
- 2.- Todos los circuitos en tales cables deben ser operados por sus propietarios y su mantenimiento realizado por personal calificado
- 3.- Las terminales de tales circuitos deben ser accesibles sólo a personal calificado
- 4.- Los circuitos de comunicación sacados de tales cables, si no terminan en una estación repetidora u oficina terminal, deben protegerse de manera que en el evento de una falla dentro del cable, la tensión en el circuito de comunicación no exceda los 400 V a tierra.
- 5.- Los aparatos terminales para la alimentación de energía serán arreglados para que las partes vivas sean inaccesibles, cuando tales circuitos de alimentación estén energizados
- 6.- Tales cables deben ser identificados con placas en cada registro, pozo de visita o bóveda

Excepción Los circuitos de alimentación de 550 V o menores que conducen energía que no excede a 3200 W

2303-12 Aterrizado e interconectado.

a) Las pantallas de aterrizamiento del cable y empalmes deben estar aterrizados efectivamente

b) Las cubiertas y pantallas que estén conectadas a tierra en los pozos y bóvedas deben ser interconectadas o conectadas a una tierra común

c) Los cables de interconexión y aterrizado deben ser de material resistente a la corrosión y adecuados al ambiente o protegidos adecuadamente.

2303-13 Cables submarinos.

a) Trayectoria

Los cables submarinos deben ir enterrados en una trinchera de un metro de profundidad, hasta que se alcancen los 10 m de calado en zonas de arena, o protegidos con medias cañas de material resistente a la corrosión y de suficiente resistencia mecánica, en zonas de roca

b) Empalmes

Los cables submarinos en su tramo marino no deben tener al ser instalados, empalmes

hechos en campo. Solo se deben instalar con empalmes hechos en fábrica

Se podrán usar empalmes para unir los tramos marinos y subterráneos.

c) Protección.

La armadura del cable debe diseñarse para soportar adecuadamente los esfuerzos mecánicos a que estará sujeto el cable durante la instalación y operación. La armadura debe estar protegida contra la corrosión para cumplir adecuadamente su función durante toda la vida útil del cable.

Los cables de reserva deben almacenarse siguiendo las recomendaciones del fabricante.

ARTICULO 2304.- ESTRUCTURAS DE TRANSICION DE LINEAS AEREAS A CABLES SUBTERRANEOS O VICEVERSA.

2304-1 General.

a) Las estructuras de transición son aquellos tramos de cable que estando conectados a/o formando parte de un sistema de líneas subterráneas, quedan arriba del nivel del suelo y están provistos de terminales; generalmente conectadas a líneas aéreas, quedando soportados en postes, o estructuras.

b) Las estructuras de transición de cables eléctricos deben estar provistas de una protección mecánica que rodee completamente al cable hasta una altura mínima de 2.45 m sobre el nivel del suelo y cuando menos hasta una profundidad de 30 cm dentro del mismo suelo

c) Cuando la protección consista de un tubo o cubierta metálica, ésta debe conectarse efectivamente a tierra de acuerdo con el Artículo 2103

d) Los cables deben subir verticalmente desde el suelo y sólo con la desviación que sea necesaria para fijarlos en la estructura, sin que se rebase el radio de curvatura permisible de los cables

2304-2 Instalación.

a) La instalación de las estructuras de transición debe hacerse de tal manera que el agua no permanezca dentro de la protección mecánica de los cables

b) Los cables deben estar soportados de tal manera que se evite su daño o el de las terminales

c) Los cables deben instalarse o fijarse en tal forma que se evite el daño de los mismos en los extremos de la protección mecánica debido al movimiento relativo entre ésta y el cable.

d) Las estructuras de transición de cables deben localizarse en el poste o estructura en la posición más segura tomando en cuenta el espacio para que suban las personas y el posible riesgo de daño por vehículos

2304-3 Estructuras de transición en equipos tipo pedestal.

a) Los cables que lleguen a transformadores, interruptores u otros equipos instalados en pedestal deben colocarse y arreglarse dentro del registro que acometa al equipo, de manera que no se dañen sus cubiertas

b) La entrada de los cables a equipos instalados en pedestal deben mantenerse a la profundidad adecuada para su clase de tensión hasta que queden protegidos abajo del pedestal, a menos que se coloque una protección mecánica adecuada

ARTICULO 2305 - TERMINALES.

2305-1 General.

a) Las terminales de los cables deben ser diseñadas para resistir los esfuerzos mecánicos, térmicos ambientales y eléctricos esperados durante su operación.

b) La separación entre partes vivas de una terminal o de diferentes terminales o con respecto a su propia estructura debe ser la adecuada para la tensión de aguante al impulso por rayo (nivel básico de aislamiento al impulso-NBAI), de la terminal. Cuando las terminales sean colocadas en postes, la separación entre partes vivas debe ser de acuerdo a lo indicado en la tabla No 2202 2 a 1)

c) Las terminales deben diseñarse para evitar la penetración de humedad hacia el cable

d) En aquellos lugares donde la separación entre partes con diferente potencial se reduzca abajo de la adecuada para la tensión y NBAI, deben proporcionarse barreras aislantes o terminales completamente aisladas que reúnan los requisitos equivalentes a las separaciones.

e) Altura

Las partes vivas de las terminales no deben quedar a alturas menores que las indicadas en la tabla siguiente

Tabla 2305.1 e)..-Altura mínima de partes vivas de terminales (metros).

Lugar de instalación.	En líneas con tensión entre conductores:	
	Hasta de 750 V.	De 750 a 22000 V.
Expuesto a tránsito de vehículos	5.0	5.6
No expuesto a tránsito de vehículos	3.8	4.4

Nota 1: Para tensiones mayores de 22 kV, las alturas especificadas en la ultima columna deben incrementarse 1 cm por cada kV en exceso de 22 kV

Nota 2: Cuando se instalen terminales de baja tension en paredes, la altura mínima debe ser de 2.9 m

f) **Conexión a terminales** - La conexión de los conductores a terminales debe asegurar un buen contacto sin dañar a los mismos conductores. no deben existir conexiones flojas o sueltas. La conexión puede hacerse con zapatas soldadas de presión o con cualquier otro medio que asegure una amplia superficie de contacto. Las zapatas deben ser selladas para evitar el ingreso de humedad hacia el cable. Las zapatas y los conductores deben ser del mismo metal a menos que el accesorio sea adecuado para el propósito y las condiciones de uso.

Cuando se utilicen soldaduras fundentes o compuestas, estos deben ser adecuados para tal uso y no deben dañar a los conductores o al equipo.

2305-2 Soportes.

a) Las terminales de los cables deben instalarse de tal manera que mantengan su posición de instalación.

b) Cuando sea necesario los cables deben soportarse de manera que no sufran daños por transferencia de esfuerzos mecánicos hacia las terminales, al equipo o a la estructura.

2305-3 Identificación

Los cables o terminales de las estructuras de transición deben estar permanentemente identificados por medio de placas o algún otro tipo de identificación.

2305-4 Separación en gabinetes o bóvedas.

a) Las terminales deben estar con una separación adecuada entre conductores y hacia tierra, de acuerdo al tipo de terminal a utilizar

b) En las partes vivas expuestas dentro de gabinetes, debe mantenerse la separación o usarse barreras aislantes adecuadas para las tensiones y tensión de aguante que se requiera.

c) Para terminales en bóvedas, se permiten partes vivas sin aislar siempre que se proporcionen los medios de protección adecuados.

2305-5 Conexión a tierra.

Todas las partes conductoras de las terminales (excepto las partes vivas), el equipo al que se fijan y las estructuras conductoras que soportan a las terminales, deben conectarse efectivamente a tierra.

ARTICULO 2306 - EMPALMES, TERMINALES Y ACCESORIOS PARA CABLES.

2306-1 General.

a) Los empalmes, terminales y accesorios que se empleen en instalaciones subterráneas deben soportar los esfuerzos mecánicos, térmicos, eléctricos y del medio ambiente a que estén expuestos durante su operación

Nota: Los empalmes terminales y accesorios que se usen en líneas subterráneas deben cumplir con todas las pruebas y requisitos que se indican en las Normas correspondientes

b)-Los empalmes, terminales y accesorios deben ser compatibles al tipo de cable y a las condiciones del medio ambiente, para evitar efectos dañinos en sus componentes

c)-Los empalmes, terminales y accesorios que se utilicen deben soportar sin dañarse, la magnitud y duración de corrientes de falla que se presenten durante su operación, instalándose de tal manera que cuando uno falle no afecte a las otras instalaciones

d)-Los empalmes, terminales y accesorios que se empleen en instalaciones subterráneas, deben evitar la penetración de humedad dentro de los cables

e)-Los empalmes y accesorios que se utilicen deben quedar localizados dentro de los registros, pozos, bóvedas y gabinetes

ARTICULO 2307 - EQUIPO SUBTERRANEO.

2307-1 General.

a) Se considera como equipo subterráneo el siguiente

a.1) Transformadores, interruptores, indicadores de falla, buses, etc., instalados para la operación de las líneas eléctricas subterráneas

a.2) Repetidoras, bobinas de carga, etc., instaladas para la operación de las líneas subterráneas de comunicación

a.3) Equipo auxiliar, tal como bombas, salidas para alumbrado o contactos, etc., instalado como complemento de las líneas subterráneas eléctricas o de comunicación.

b) Los equipos eléctricos y de comunicación no deben instalarse en un mismo pozo o

bóveda. Cuando no sea posible cumplir será necesario un acuerdo entre las partes involucradas.

c) Los equipos deben ser colocados dentro de los pozos o bóvedas, en soportes u otros dispositivos que los fijen y resistan su masa y el de las cargas a que estén sometidos, así como los esfuerzos que se presenten durante su operación

2307-2 Características.

a) Los equipos subterráneos deben seleccionarse e instalarse de acuerdo con las condiciones térmicas, químicas, mecánicas y ambientales del lugar.

b) Todos los equipos incluyendo dispositivos auxiliares, fusibles y contactos deben diseñarse para soportar los efectos de condiciones normales, de emergencia y de falla que se presenten durante su operación

c) Todos los equipos subterráneos que se instalen dentro de pozos y bóvedas deben ser del tipo sumergible. Asimismo, todos aquellos que sean susceptibles de un proceso de corrosión, deben tener una protección adecuada para evitar este problema

d) Cuando se conecten o desconecten partes vivas utilizando herramientas, debe contarse con espacio suficiente a tierra o entre fases, o colocar barreras adecuadas.

e) Todos los interruptores deben tener indicado en forma visible y permanente

1) el diagrama unifilar de su operación,

2) la posición de sus contactos y

3) la dirección de operación de las palancas o mecanismo activador

Nota: La palanca o mecanismo de control de los interruptores debe operar en una dirección para abrir y en otra para cerrar con objeto de evitar confusiones

f) El equipo que pueda ser operado a control remoto o en forma manual, debe tener un medio de bloqueo local que impida su operación, para evitar riesgos al trabajador

g) Todos los equipos tipo pedestal deben estar cerrados con llave o provistos con un dispositivo para candado

h) El acceso a partes vivas con tensiones mayores a 600 V, requieren de una barrera o puerta con llave, para evitar la entrada de personas no autorizadas. También se recomienda el uso de señales de advertencia visibles al abrir la primera barrera.

i) Los equipos tipo pedestal deben colocarse sobre una base de concreto

j) Las cajas, cámaras u otros dispositivos de los equipos que contengan fusibles, interruptores u otras partes susceptibles de producir gases, deben estar construidas en tal forma que resistan las presiones interiores que se produzcan para no causar daños a personas u otros equipos próximos

2307-3 Localización de estructuras subterráneas.

a) Los equipos y sus estructuras no deben obstruir el acceso o salida del personal en los pozos de visita o bóvedas

b) Los equipos de pozos de visita o bóvedas no deben instalarse a distancias menores a 0.20 m de la parte de atrás de escaleras fijas y no deben interferir con su uso

c) Los equipos deben acomodarse en los pozos de visita o bóvedas de tal forma que permitan la instalación, operación y mantenimiento de todas las partes de sus estructuras

d) Los interruptores de operación manual o eléctrica deben accionarse en forma segura, esto puede realizarse con dispositivos auxiliares portátiles que se fijen temporalmente

e) Los equipos no deben interferir con estructuras de drenaje

f) Los equipos no deben obstaculizar la ventilación de estructuras o gabinetes

2307-4 Instalación.

a) Todos los equipos deben contar con dispositivos de suspensión adecuados a su

masa, para facilitar su instalación y montaje

b) Las partes vivas deben quedar instaladas, aisladas o protegidas, de tal manera que se evite el contacto accidental de personas con el equipo y del agua también.

c) Los dispositivos de operación, inspección y pruebas deben estar visibles y fácilmente accesibles cuando el equipo se encuentre instalado en su posición definitiva y sin tener que remover ninguna conexión permanente.

d) Las partes vivas deben aislarse o protegerse de la exposición a líquidos conductores u otros materiales que puedan presentarse en la estructura que contiene el equipo

e) Cuando los controles de los equipos sean accesibles a personal no autorizado, deben asegurarse con pernos, candados o sellos

2307-5 Conexión a tierra.

Los tanques, gabinetes y cubiertas metálicas de los equipos deben conectarse efectivamente a tierra

2307-6 Identificación.

Los equipos instalados en pozos o bóvedas deben contar con placas o algún otro medio que los identifique permanentemente para su correcta instalación y operación

ARTICULO 2308 - INSTALACIONES EN TUNELES.

2308-1 General.

a) Las instalaciones en túneles, de cables y equipos eléctricos y de comunicación, deben cumplir con los requisitos que sean aplicables a otros artículos de este Capítulo 23

b) Cuando los conductores eléctricos no cumplan con los requisitos establecidos en otros artículos de este Capítulo 23 para cables subterráneos, o cuando los sistemas eléctricos y de comunicación estén accesibles a personas no idóneas, debe contarse con medios de protección adecuados que eviten el contacto accidental de personas con los conductores o el equipo

2308-2 Protección a las personas.

Quando el túnel sea accesible al público o cuando se requiera que entre personal para instalar, operar y mantener los cables y el equipo, el diseño del túnel debe incluir medios de protección a las personas y donde sea necesario, barreras, detectores, alarmas, ventilación, bombas y dispositivos de seguridad adecuados. Los medios de protección que deben considerarse son los siguientes

a) Contra atmósferas venenosas o asfixiantes

b) Contra fuego, explosión, altas temperaturas y fallas de tuberías de presión

c) Contra tensiones eléctricas inducidas

d) Contra posible inundación del túnel

e) Medios seguros de salida rápida del túnel cuando menos en dos direcciones

f) Espacios libres de trabajo con una dimensión mínima horizontal de 0.9 m y vertical de 1.80 m, dejando una distancia mínima libre de 0.60 m con respecto al paso de vehículos o máquinas en movimiento

g) Banquetas libres de obstáculos para el tránsito de trabajadores dentro del túnel

h) Equipos de protección para prevenir a los trabajadores de riesgos debidos a la operación de vehículos u otras maquinarias en los túneles

i) Banquetas sin obstrucciones para los trabajadores dentro del túnel

2308-3 Protección a las instalaciones.

En túneles que contengan instalaciones eléctricas y de comunicación deben considerarse medidas de protección contra el medio desfavorable en que se encuentren. Estas medidas pueden ser:

- a) Contra el efecto de la humedad o la temperatura.
- b) Contra el efecto de líquidos y gases.
- c) Contra el efecto de la corrosión.

ARTICULO 2309 - CHAROLAS PARA CABLES.

2309-1 General.

a) Los requisitos de esta sección se aplican, en particular, a las charolas para cables que se instalen en bóvedas, túneles y recintos similares.

b) Para el propósito de esta norma, se considera como charola una estructura rígida y continua especialmente construida para soportar cables eléctricos o de comunicación, tales como canales, escalerillas y estructuras similares, las cuales pueden ser de metal o de otros materiales no combustibles.

c) Para efectos de diseño o selección de las charolas, deben considerarse las dimensiones, tipo y cantidad de los cables por instalar.

d) Las charolas deben seguir en lo posible una trayectoria recta, sin embargo, cuando sea necesario cambiar de dirección, el radio de curvatura debe ser lo suficientemente grande para evitar que los cables se dañen durante su instalación, el radio mínimo de curvatura en ningún caso será menor a 12 veces el diámetro externo del cable.

e) Todas las charolas conductoras deben estar aterrizadas e interconectadas entre sí cuando exista discontinuidad entre las charolas.

f) En las charolas los cables deben colocarse en una sola capa.

2309-2 Materiales.

La selección del material debe ser de acuerdo con el medio ambiente donde va a instalarse y con las condiciones de operación.

2309-3 Resistencia mecánica.

Las charolas deben estar construidas e instaladas para soportar todas las cargas estáticas y dinámicas que puedan actuar sobre ellas.

a) Las cargas estáticas son aquellas que no cambian su magnitud y están en lugares fijos, tales como la masa propia de las charolas, conductos metálicos (tubos conduit), cables y demás accesorios.

b) Las cargas dinámicas incluyen la masa del personal que ejecute la instalación de cables sobre las charolas, los esfuerzos por el tendido de cables, y otros que puedan presentarse de acuerdo con el lugar donde se encuentra la instalación.

2309-4 Instalación.

a) Cuando se instalen varias charolas, la separación entre cada una de ellas debe ser suficiente para permitir los trabajos de instalación y mantenimiento de los cables. En el caso de charolas para cables eléctricos, se recomienda que la separación vertical sea cuando menos de 0.30 m y la separación entre la charola más alta y el techo (vigas, tubos, etc.), de 0.25 m.

b) Las charolas para cables de diferente nivel de tensión, deben ser colocadas en un orden tal que los cables de mayor tensión queden más alejados de las personas.

c) Las derivaciones de charolas a equipo deben localizarse en tal forma que el agua pueda drenarse lejos de la entrada al equipo.

d) Todo el sistema de charolas metálicas debe tener continuidad eléctrica y estar efectivamente conectado a tierra. En tensiones mayores de 1000 V, las charolas no deben usarse como medio de conexión a tierra de equipos.

2309-5 Cubiertas.

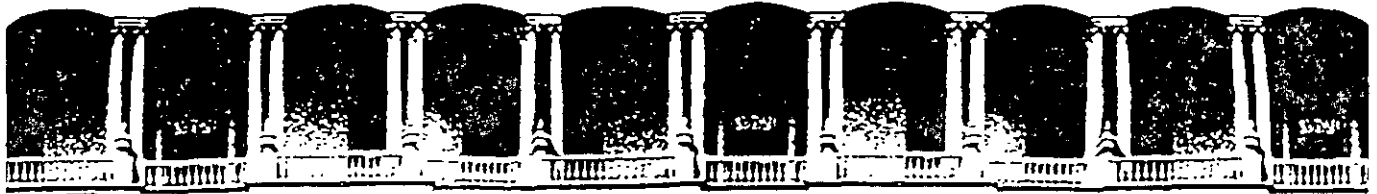
a) Se recomienda que se instalen cubiertas sobre las charolas, cuando estén expuestas a la caída de objetos o a la acumulación de escombros o materiales corrosivos.

b) En las charolas verticales deben colocarse cubiertas que se extiendan hasta una altura mínima de 1.80 m sobre el nivel del piso.

2309-6 Identificación.

a) Los cables instalados en charolas deben estar permanentemente identificados por medio de placas, o algún otro medio, a fin de facilitar la identificación de los diferentes circuitos.

b) El material del medio de identificación debe ser resistente a la corrosión y a las condiciones del medio ambiente +



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
BAJO LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM - 001 - SEMP - 1994
(PARTE 2)**

TEMA:

CAPITULO "XXIV"

SUBESTACIONES

REQUISITOS GENERALES

**EXPOSITOR: ING. ARTURO MORALES COLLANTES
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 1999**

CAPITULO 24 SUBESTACIONES

ARTICULO 2401- REQUISITOS GENERALES

2401-1 Introducción.

Este capítulo contiene requisitos que se aplican, en particular, a las subestaciones de usuarios, pero son igualmente aplicables en lo que corresponda, a instalaciones similares que forman parte de sistemas de suministro de energía eléctrica. Estos requisitos se han establecido, considerando que las subestaciones deben funcionar bajo la responsabilidad de personal idóneo y estar accesibles solamente a éste. No es el propósito de este capítulo que dichos requisitos, así como la información complementaria que contiene, constituyan instrucciones para personas sin los debidos conocimientos sobre la materia.

Estos requisitos se aplican a toda instalación nueva y a las modificaciones o ampliaciones de instalaciones ya existentes. En el caso de instalaciones temporales (que pueden requerirse en el proceso de construcción de fábricas o en subestaciones que estén siendo reestructuradas o reemplazadas), la Secretaría podrá eximir al usuario del cumplimiento de alguno de estos requisitos, de acuerdo con la justificación que exista para ello y siempre que se obtenga la debida seguridad por otros medios.

Aunque las tensiones más comunes de suministro del servicio a los consumidores industriales no exceden de 34.5 kV, las distancias de seguridad que se fijan en el Artículo 2404 se han extendido hasta una tensión de 230 kV en vista de que cada vez son más frecuentes los casos en que los servicios industriales se conectan a tensiones que igualan a las altas tensiones de transmisión en los sistemas de suministro.

2401-2 Instalación y mantenimiento del equipo eléctrico.

El equipo de las subestaciones debe ser instalado y mantenido para reducir al mínimo los riesgos de accidentes del personal, así como el consumo de energía.

a) **Equipo de uso continuo.** Antes de ser puesto en servicio, debe comprobarse que el equipo eléctrico cumple con los requisitos establecidos en los diferentes Artículos de este Capítulo. Posteriormente, debe ser mantenido en condiciones correctas de funcionamiento, haciendo inspecciones periódicas para comprobarlo.

El equipo defectuoso debe ser reparado o reemplazado.

b) **Equipo de emergencia.** El equipo y las instalaciones de emergencia se deben revisar y probar periódicamente para cerciorarse de que están en buenas condiciones de funcionamiento.

c) **Equipo de uso eventual.** Se recomienda que el equipo o las instalaciones que se usen eventualmente, sean revisados y probados antes de usarse, en cada ocasión.

Los equipos deben soportarse y fijarse de manera consistente a las condiciones de servicio esperadas. Los equipos pesados como transformadores quedan asegurados por su propio peso, pero aquellos donde se producen esfuerzos por sismo o fuerzas dinámicas durante su operación, pueden requerir medidas adicionales apropiadas (ver Sección 2401-11).

2401-3 Partes con movimientos repentinos.

Todas las partes que se muevan repentinamente y que puedan lastimar a personas que se encuentren próximas, deben protegerse por medio de resguardos.

2401-4 Identificación del equipo eléctrico.

Para identificar al equipo eléctrico en subestaciones se recomienda pintarlo, numerarlo,

usando placas, etiquetas o algún otro medio que permita distinguirlo fácilmente, tanto respecto a su funcionamiento como al circuito a que pertenece. Conviene adoptar un método de identificación uniforme en todo el equipo instalado en una subestación o en un grupo de instalaciones que correspondan a un mismo usuario

Esta identificación nunca debe ser colocada sobre cubiertas removibles o puertas que puedan ser intercambiadas.

2401-5 Medio de desconexión general.

Toda subestación debe tener en el lado primario (acometida), un medio de desconexión general de operación simultánea que sea adecuado a la tensión y corriente nominales del servicio, en adición a cualquier otro medio de interrupción.

Excepción No. 1. En caso de subestaciones compactas de un solo transformador que requieran ampliarse y no cuenten con espacio suficiente, se permite colocar un segundo transformador siempre que tenga su propio medio de protección. Cuando se derive después del equipo de medición, es necesario un medio de desconexión, en adición a cualquier otro medio de interrupción

Excepción No. 2. En subestaciones tipo intemperie abierto o pedestal con un solo transformador trifásico de 500 kVA ó menor, o un banco de transformadores monofásicos equivalente tipo abierto o pedestal.

Excepción No. 3 No se requieren cuchillas antes de un interruptor que esté instalado en una unidad compacta de tipo desenchufable, la cual pueda ser abierta si el circuito está conectado y que al ser removida de su posición normal de operación, desconecte automáticamente al interruptor de todas las partes energizadas

En subestaciones con dos o más transformadores, o en subestaciones receptoras con varias derivaciones para transformadores remotos u otras cargas, ver Sección 2405-14.

2401-6 Dispositivo general de protección contra sobrecorriente.

Toda subestación debe tener en el lado primario (acometida), un dispositivo general de protección contra sobrecorriente que sea adecuado a la tensión y corriente del servicio y cumpla con lo establecido en las Secciones 2401-7 y 2405-7, referentes a la capacidad interruptiva y a la capacidad nominal o ajuste de disparo respectivamente.

En subestaciones con dos o más transformadores, o en subestaciones receptoras con varias derivaciones para transformadores remotos u otras cargas, ver Secciones 2405-13 y 2405-14 f).

Excepción En ampliaciones de subestaciones compactas aplicar la *Excepción No. 1* de la Sección 2401-5

2401-7 Capacidad interruptiva y coordinación de protecciones.

a) Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, tanto en el lado primario como en el secundario, deben ser de la capacidad interruptiva adecuada. En el caso del dispositivo en el lado primario (acometida) su capacidad interruptiva debe estar de acuerdo con la potencia máxima de cortocircuito que pueda presentarse en el lugar de la subestación, según la información que proporcione el suministrador.

b) Toda falla interna en una subestación se debe eliminar lo más rápidamente posible, de tal manera que se deje fuera de servicio un mínimo de elementos.

2401-8 Requisitos generales del sistema de protección del usuario.

a) La protección del equipo eléctrico instalado en la subestación de un usuario no debe depender del sistema de protección del suministrador.

b) Las fallas por cortocircuito en la instalación del usuario no deben ocasionar la apertura de las líneas suministradoras, lo cual puede afectar el servicio a otros usuarios, para tal

fin el usuario debe consultar con el suministrador con objeto de obtener la coordinación correspondiente.

2401-10 Equipo a la intemperie o en lugares húmedos.

En instalaciones a la intemperie o en lugares húmedos, el equipo debe estar diseñado y construido para operar satisfactoriamente bajo cualquier condición atmosférica existente

2401-11 Consideraciones ambientales.

a) Las subestaciones con tensiones mayores a 69 kV deben considerar la limitación de los esfuerzos sísmicos y dinámicos que soporta el equipo a través de sus conexiones

b) Los equipos deben ser capaces de soportar los esfuerzos sísmicos que se le transmiten del suelo a través de sus bases de montaje y que resultan de las componentes de carga vertical y horizontal, más la ampliación debida a la vibración resonante.

c) El proyecto de las subestaciones urbanas con tensiones mayores a 69 kV deben considerar el efecto del impacto ambiental, de manera que sus inconvenientes se reduzcan a un nivel tolerable.

En las subestaciones ubicadas en lugares habitados se deben tomar medidas tendientes a limitar el ruido audible a 40 dB

ARTICULO 2402.- LOCALES Y ESPACIOS PARA SUBESTACIONES

2402-1 Resguardos de locales y espacios.

Los locales y espacios en que se instalen subestaciones deben estar resguardados con respecto a su acceso, si son a la intemperie, por medio de cercas de tela de alambre o bardas; si son en interior, por divisiones o muros, o bien en locales o salas especiales para evitar la entrada de personas no idóneas

Los resguardos deben tener una altura mínima de 2.10 m

Excepción. Las subestaciones tipo pedestal no requieren de resguardo

2402-2 Condiciones de los locales y espacios.

Los locales donde se instalen subestaciones deben cumplir con los requisitos siguientes:

a) Deben estar hechos de materiales no combustibles.
b) No deben emplearse como almacenes, talleres o para otra actividad que no esté relacionada con el funcionamiento y operación del equipo.

c) No debe haber polvo o pelusas combustibles en cantidades peligrosas ni gases inflamables o corrosivos

d) Deben tener ventilación adecuada, para que el equipo opere a su temperatura nominal y para minimizar los contaminantes en el aire bajo cualquier condición de operación

e) Deben mantenerse secos

2402-3 Instalación de alumbrado.

a) Iluminación. Los locales o espacios (interiores o exteriores) donde esté localizado el equipo eléctrico deben tener medios de iluminación artificial con intensidades adecuadas para las funciones que en cada caso se tengan que cumplir. Los medios de iluminación deben mantenerse listos para usarse en cualquier momento y por el tiempo que sea necesario.

En la siguiente tabla se muestran niveles de iluminación mínima requerida para locales o espacios.

Tabla 2402.3 a) Niveles de iluminación mínimos requeridos

Tipo de lugar:	Iluminación (Luxes)
Frente de tableros de control con instrumentos diversos e interruptores, etc.	270
Parte posterior de los tableros o áreas dentro de tableros "duplex".	55
Pupitres de distribución o de trabajo.	270
Cuarto de baterías.	110
Pasillos y escaleras (medida al nivel del piso).	55
Alumbrado de emergencia, en cualquier área	11
Áreas de maniobra.	160
Áreas de tránsito de personal y vehículos	110
General	22

(NE:)Esta Tabla se puede consultar en el Apéndice en orden alfabético)

Nota: Los valores de iluminación que se indican en esta tabla son mínimos requeridos sobre la superficie de trabajo en los lugares respectivos, excepto en el caso de pasillos y escaleras.

Excepción No. 1. No se requiere iluminación permanente en celdas de desconectores y pequeños espacios similares ocupados por aparatos eléctricos

Excepción No. 2. Las subestaciones de usuarios de tipo poste o pedestal quedan excluidas de los requerimientos a que se refiere esta Sección y pueden considerarse, iluminadas con el alumbrado existente para otros fines

b) Fuente de emergencia. Debe proveerse a las instalaciones de una fuente de emergencia para iluminación.

El alumbrado de emergencia debe proporcionarse donde se requiera y la duración mínima de esta fuente debe ser de 1.5 h.

Los circuitos de alumbrado de emergencia deben estar separados de cualquier otra instalación o equipo.

c) Contactos y unidades de alumbrado. Los contactos para conectar aparatos portátiles deben situarse de manera que, al ser utilizados, no se acerquen en forma peligrosa cordones flexibles a partes vivas.

Las unidades de alumbrado deben situarse de manera que puedan ser controladas, repuestas y limpiadas desde lugares de acceso seguro

No deben instalarse usando conductores que cuelguen libremente y que puedan moverse de modo que hagan contacto con partes vivas de equipo eléctrico

d) Circuito independiente. En subestaciones, el circuito para alumbrado y contactos debe alimentar exclusivamente estas cargas y tener protección adecuada contra sobrecorriente independiente de los otros circuitos

e) Control de alumbrado Con el objeto de reducir el consumo de energía y facilitar la visualización de fallas en el área de equipos, barras y líneas, el alumbrado debe permanecer al mínimo valor posible, excepto en los momentos de maniobras

f) Eficiencia. Para optimizar el uso de la energía, se recomienda proporcionar mantenimiento e inspeccionar las lámparas, luminarias y sus conexiones

2402-4 Pisos, barandales y escaleras.

a) Pisos. En las subestaciones los pisos deben ser planos, firmes y con superficie antiderrapante, se debe evitar que haya obstáculos en los mismos. Los huecos, registros y trincheras deben tener tapas adecuadas.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

El piso debe tener una pendiente (se recomienda una mínima de 2.5 por ciento) hacia las coladeras del drenaje.

b) Barreras. Todos los huecos en el piso que no tengan tapas o cubiertas adecuadas y las plataformas de más de 50 cm de altura, deben estar provistos de barreras, de 1.20 m de altura, como mínimo. En lugares donde se interrumpa un barrera junto a un espacio de trabajo, para dar acceso a una escalera, debe colocarse otro tipo de barrera (reja, cadena, etc.).

c) Escaleras. Las escaleras que tengan cuatro o más escalones deben tener pasamanos. Las escaleras con menos de cuatro escalones deben distinguirse convenientemente del área adyacente, con pintura de color diferente u otro medio. No deben usarse escaleras tipo "marino", excepto en bóvedas.

2402-5 Salidas.

Tanto los locales como cada espacio de trabajo deben contar con un medio de salida que esté libre de obstáculos. Cuando no sea práctico eliminar los obstáculos, estos deben ser pintados, marcados o señalados con avisos y el área debe estar iluminada apropiadamente.

Si la forma del local y la disposición y características del equipo son tales que un accidente puede obstruir o hacer inaccesible una salida, como en locales largos y angostos, plataformas, pasillos y espacios detrás de tableros, debe proveerse una segunda salida, indicando una ruta de evacuación.

La puerta de salida de un local debe abrir hacia afuera y estar provista de un seguro que permita su apertura, desde adentro, por simple presión o giro. En subestaciones interiores, cuando no exista espacio suficiente para que el local cuente con puerta de abatimiento, se permite el uso de puertas corredizas, siempre que éstas tengan claramente marcado su sentido de apertura y se mantengan abiertas mientras haya personas dentro del local.

La puerta debe tener fijo en la parte exterior y en forma completamente visible, un aviso con la leyenda

"PELIGRO ALTA TENSION".

2402-6 Protección contra incendio.

Independientemente de los requisitos y recomendaciones que se fijan a continuación en esta Sección, debe cumplirse la reglamentación en materia de prevención de incendios dictadas por las autoridades competentes.

a) Extinguidores. Deben colocarse extinguidores, tantos como sean necesarios en lugares convenientes y claramente marcados, situando dos, cuando menos, en puntos cercanos a la entrada de las subestaciones. Para esta aplicación se permiten extinguidores de polvo químico seco.

Los extinguidores deben revisarse periódicamente para que siempre estén en condiciones correctas de operar y no deben estar sujetos a cambios de temperatura mayores que los indicados por el fabricante.

En las subestaciones de tipo abierto o pedestal no se requiere colocar extinguidores de incendio.

b) En instalaciones de gran tamaño e importancia y, en especial, de tensiones altas, se recomienda el uso de sistemas de protección contra incendio de tipo fijo que operen automáticamente por medio de detectores de fuego que, al mismo tiempo, accionen alarmas.

c) Para el equipo que contenga aceite, se deben tomar alguna o algunas de las siguientes medidas.

c.1) Proveer medios adecuados para confinar, recoger y almacenar el aceite que pudiera escaparse del equipo mediante recipientes o depósitos independientes del sistema de drenaje.

c.2) Construir muros divisorios, de tabique o concreto, entre transformadores y entre éstos y otras instalaciones vecinas, cuando el equipo opere a tensiones iguales o

mayores a 69 kV.

- c.3) Separar los equipos en aceite con respecto a otros aparatos, por medio de barreras incombustibles o bien, por una distancia suficiente para evitar la proyección de aceite incendiado de un equipo hacia los otros aparatos.

ARTICULO 2403 - SISTEMA DE TIERRAS

2403-1 Generalidades.

Las subestaciones deben tener un adecuado sistema de tierras al cual se deben conectar todos los elementos de la instalación que requieran la conexión a tierra para

a) Proporcionar un circuito de muy baja impedancia para la circulación de las corrientes a tierra, ya sean debidas a una falla a tierra del sistema, o a la operación de un apartarrayos.

b) Evitar que durante la circulación de corrientes de falla a tierra, puedan producirse diferencias de potencial entre distintos puntos de la subestación (ya sea sobre el piso o con respecto a partes metálicas puestas a tierra) que puedan ser peligrosas para el personal, considerando que las tensiones tolerables por el cuerpo humano deben ser mayores que las tensiones resultantes en la malla

c) Facilitar la operación de los dispositivos de protección adecuados, para la eliminación de las fallas a tierra

d) Proporcionar mayor confiabilidad y seguridad al servicio eléctrico.

e) Evitar la aparición de potencial en el neutro de un sistema en estrella aterrizado.

Los elementos principales del sistema de tierras son:

- 1) Red o malla de conductores enterrados, a una profundidad que usualmente varía de 0.30 a 1.0 m.
- 2) Electrodo de tierra, conectados a la red de conductores y enterrados a la profundidad necesaria para obtener el mínimo valor de resistencia a tierra
- 3) Conductores de puesta a tierra, a través de los cuales se hace la conexión a tierra de las partes de la instalación o del equipo
- 4) Conectores, pueden ser a compresión o soldables

2403-2 Características del sistema de tierras.

a) Disposición física El cable que forme el perímetro exterior de la malla, debe ser continuo de manera que encierre toda el área en que se encuentra el equipo de la subestación, con ello se evitan altas concentraciones de corriente y gradientes de potencial en el área y las terminales cercanas.

La malla debe estar constituida por cables colocados paralela y perpendicularmente, con un espaciado adecuado a la resistividad del terreno y preferentemente formando retículas cuadradas.

Los cables que forman la malla deben colocarse preferentemente a lo largo de las hileras de estructuras o equipo, para facilitar la conexión a los mismos

En cada cruce de conductores de la malla, éstos deben conectarse rigidamente entre sí y en los puntos adecuados conectarse a electrodos de tierra de 2.40 m de longitud mínima, clavados verticalmente. Donde sea posible, construir registros en los mismos puntos y como mínimo en los vértices de la malla

En subestaciones tipo pedestal se requiere que el sistema de tierra quede confinado dentro del área que proyecta el equipo sobre el suelo

Excepción. En las subestaciones tipo poste o pedestal se acepta como sistema de tierras la

conexión del equipo a uno o más electrodos. La resistencia a tierra total debe cumplir con los valores del inciso c) de ésta Sección.

b) **Las características de los sistemas de tierras deben cumplir con lo aplicable del Artículo 250.**

c) **Resistencia a tierra de la malla.** La resistencia total de la malla con respecto a tierra debe determinarse tomando en cuenta los siguientes parámetros:

Longitud total de elementos enterrados.

Resistividad eléctrica del terreno.

Area de la sección transversal de los conductores mínima aceptable es 107.2 mm² de cobre (4/0 AWG).

Profundidad.

La resistencia eléctrica total del sistema de tierra debe conservarse en un valor (incluyendo todos los elementos que forman el sistema) menor a: 25Ω para subestaciones hasta 250 kVA y 34.5 kV, 10Ω en subestaciones mayores de 250 kVA y hasta 34.5 kV y de 5 en subestaciones que operen con tensiones mayores a 34.5 kV.

Deben efectuarse las pruebas necesarias para comprobar que los valores reales de la resistencia a tierra de la malla se ajustan a los valores que da el diseño; asimismo, repetir periódicamente estas pruebas para comprobar que se conservan las condiciones originales, a través del tiempo y de preferencia en época de estiaje, para verificar que se mantienen dentro de límites aceptables.

Excepción: Para terrenos con resistividad mayor a 3000Ω m, se permite que los valores anteriores de resistencia de tierra sean el doble para cada caso.

2403-3 Puesta a tierra de cercas metálicas.

Debido a que las cercas metálicas son usualmente accesibles al público y pueden ocupar una posición sobre la periferia de la malla de tierras donde los gradientes de potencial son más altos, se deben tomar las siguientes medidas:

a) **Si la cerca se coloca dentro de la zona correspondiente a la malla,** se debe prolongar ésta a 1.50 m fuera de la cerca, como mínimo.

b) **Si la cerca se encuentra fuera de la zona correspondiente a la malla** debe colocarse por lo menos a 2.0 m del límite de la malla.

2403-4 Puesta a tierra de rieles y tuberías de agua.

a) **Rieles.** Los rieles de escape (espuelas) de ferrocarril que entren a una subestación no deben conectarse al sistema de tierras de la subestación, porque se transfiere un aumento de potencial a un punto lejano durante un cortocircuito, o bien, si la puesta a tierra es en un punto lejano, se introduce el mismo peligro pero en el área de la subestación.

Para evitar estos riesgos deben aislarse uno o más pares de juntas de los rieles donde éstos salen del área de la red de tierras.

b) **Tuberías de agua.** Las tuberías metálicas de agua que estén enterradas dentro de la subestación deben ser conectadas al sistema de tierras de la misma subestación, preferentemente en varios puntos.

La misma regla debe seguirse con tuberías de gas y con las cubiertas metálicas de los cables que están en contacto con el terreno.

2403-5 Puesta a tierra de partes no conductoras de corriente.

a) **Las partes metálicas expuestas que no conducen corriente,** del equipo eléctrico, deben conectarse a tierra en forma permanente, tales como armazones de generadores y motores, cubierta de tableros, tanques de transformadores e interruptores, así como las defensas metálicas del equipo eléctrico (incluyendo barreras, cercas de alambre etc.)

b) Con excepción de equipo instalado en lugares húmedos o lugares peligrosos, las partes metálicas que no conducen corriente, pueden no conectarse a tierra, siempre que sean normalmente inaccesibles o que se protejan por medio de resguardos, o bien, por las distancias que se señalan para protección de partes vivas en la Sección 2404-1 a).

Esta última protección debe impedir que se puedan tocar inadvertidamente las partes metálicas mencionadas y, simultáneamente, algún objeto conectado a tierra.

c) Las estructuras de acero de la subestación, en general, deben conectarse a tierra.

2403-6 Conexión a tierra durante reparaciones.

El equipo o los conductores que operen a más de 600 V entre fases y que se tengan que reparar cuando se desconecten de su fuente de abastecimiento, deben conectarse a tierra por algún medio apropiado, antes y durante la reparación.

2403-7 Detectores de tierra.

Las subestaciones que alimentan circuitos que no estén permanentemente conectados a tierra deben tener un detector, que pueda usarse para determinar la existencia de tierra en cualquiera de los circuitos que salgan de ella.

ARTICULO 2404.- RESGUARDO Y ESPACIOS DE SEGURIDAD

A. Resguardo de partes vivas

2404-1 Requisitos generales.

a) Todas las partes vivas que operen a una tensión mayor de 150 V a tierra sin un recubrimiento aislante adecuado, deben protegerse de acuerdo con su tensión contra el contacto accidental de personas, ya sea que se usen resguardos especiales como los indicados en la Sección 2404-2 o bien localizando las partes vivas respecto a los sitios donde puedan circular o trabajar personas, a una altura y con una separación horizontal igual o mayor que las indicadas en la Tabla 2404.1 a), columnas 2 y 3 respectivamente.

Tabla 2404.1a).-Distancias mínimas a partes vivas descubiertas

1 Tensión nominal entre fases, V	2 Altura mínima m	3 Distancia horizontal mínima, m	4 Distancia mínima de resguardo a partes vivas, m
Hasta 600	2.60	1.00	0.05
Más de 600 hasta 6 600	2.70	1.00	0.10
13 800	2.70	1.07	0.15
23 000	2.80	1.14	0.23
34 500	2.90	1.20	0.30
69 000	3.20	1.50	0.58
85 000	3.30	1.70	0.90
115 000	3.50	1.85	0.94

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

138 000	3.70	2.00	1.12
161 000	3.90	2.25	1.32
230 000	4.50	2.80	1.90

Notas:

- 1) Véase la Figura 2404.1a).
- 2) Los valores de la columna 4 no fijan un requisito para diseñar el equipo, sino que fijan una norma mínima para la instalación del resguardo. Por ejemplo, no es su propósito que se apliquen al espacio entre las partes vivas y paredes de celdas metálicas, compartimientos o similares, ni al espacio entre barras colectoras y sus soportes, ni entre cuchillas y sus bases, ya que en estos casos intervienen múltiples factores que deciden el diseño del fabricante.
- 3) Los valores de la columna 4 fueron calculados para las condiciones atmosféricas normalizadas: Temperatura $T_0=20^{\circ}\text{C}$, presión $p_0=101.3\text{kPa}$ (1013mbar), humedad absoluta $h_a=11\text{ g/m}^3$.

En la columna 4 de la misma tabla se muestran las distancias mínimas de resguardo a partes vivas descubiertas, que representan los límites de la "zona de resguardo mínimo". Véase la Figura 2404.1 a)

b) Cuando las partes vivas estén localizadas sobre o cerca de lugares de tránsito con acarreo de materiales o bien en espacios destinados a trabajo no eléctrico, deben usarse resguardos más sólidos o conservarse distancias mayores que las distancias mínimas indicadas en la Tabla 2404.1 a).

c) Todos los elementos que tengan un potencial indeterminado, tales como circuitos telefónicos expuestos a inducción de líneas de alta tensión, armazones de equipo no conectadas a tierra, cajas no puestas a tierra de instrumentos conectados directamente a circuitos de alta tensión, etc., deben resguardarse de acuerdo con la tensión máxima que puedan adquirir

d) **Resistencia mecánica de los resguardos.** Cuando se utilicen defensas o barreras como resguardo, deben ser lo suficientemente fuertes y sujetarse firmemente para evitar que sean movidas o dobladas por alguna persona que pudiera resbalar o caer contra ellas. Además, si son metálicas, estas defensas deben conectarse a tierra como se indica en la Sección 2403-3

Dar doble click para ver Imagen

2404-2 Tipos de resguardo de partes vivas.

a) **Por sus separaciones o por su encierro en un local** Las partes vivas que tienen separaciones iguales o mayores que las indicadas en la Tabla 2404.1 a), columnas 2 y 3, están resguardadas por las mismas separaciones

Las partes vivas están resguardadas por su encierro en un local, cuando se encuentran en lugares cerrados, donde todas las entradas, pasillos, escaleras, etc., que constituyan acceso a dichos lugares, estén cerrados con llave o tengan avisos de peligro y sean accesibles solamente a personas autorizadas

b) **Defensas** Las defensas para el resguardo completo de las partes vivas están constituidas por cercas u otras estructuras rígidas de diversos tipos, sólidas o con malla metálica, que cubran todo el espacio que se requiere resguardar

Ningún punto de las defensas debe quedar a una distancia con respecto a las partes vivas, menor que la indicada en la columna 4 de la Tabla 2404.1a), a menos que se use el material aislante adecuado, en circuitos hasta de 2 500 V a tierra

Las defensas situadas a menos de 10 cm, fuera de la "zona de resguardo mínimo" deben proteger a las partes vivas hasta la altura que se indica en la columna 2 de la tabla antes citada.

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Si las defensas se encuentran a más de 10 cm, de la "zona de resguardo mínimo", no necesitan tener una altura mayor de 250 cm, sobre el piso

Todas las defensas que tengan que quitarse cuando las partes que protejan estén vivas, deben colocarse de tal modo que, cuando se quiten de su lugar, no puedan hacer fácilmente contacto con las partes vivas.

c) **Barreras.** Cuando no pueda obtenerse la altura mínima indicada en la Tabla 2404.1 a), columna 2, deben usarse barreras de material no conductor para resguardo, situadas a una distancia horizontal mínima de 90 cm ó 120 cm máxima, con respecto al punto más cercano de la "zona de resguardo mínimo", con altura de 180 cm., como se indica en la Figura 2404.2 c). Las barreras no son substitutos de otro tipo de resguardos más seguros como las cercas con malla o cubiertas sólidas, que protegen en forma más completa a las partes vivas descubiertas

d) **Forro aislante de conductores u otras partes vivas.** El forro aislante de partes vivas no debe considerarse como protección para tensiones mayores de 2 500 V a tierra

e) **Cubiertas metálicas de cables conectadas a tierra.** Estas cubiertas constituyen un resguardo adecuado a menos que estén expuestas a daño mecánico. Cuando este sea el caso, los cables pueden colocarse en un ducto metálico (conduit) o protegerse mecánicamente por algún otro medio

2404-3 Tarimas y tapetes aislantes.

Las tarimas y tapetes aislantes son accesorios que proporcionan una seguridad adicional a las personas encargadas de la operación del equipo eléctrico. Estos medios de protección no deben usarse como substitutos de alguno de los resguardos indicados en la Sección anterior.

Las tarimas pueden construirse de madera, fibra de vidrio u otro material aislante aprobado para tal uso, su armado debe ser sin partes metálicas, con superficie antiderrapante y con orillas biseladas. Los tapetes pueden ser de hule o de otro material aislante adecuado

En subestaciones de tipo interior, las tarimas y tapetes deben instalarse cubriendo la parte frontal de los equipo de accionamiento manual, tales como palancas de interruptores, cuchillas desconectadoras, etc., que operen a más de 1000 V entre conductores; su colocación debe ser tal que no presenten obstáculo en la apertura de las puertas de los gabinetes

Para subestaciones tipo pedestal o exteriores no se requieren tapetes o tarimas aislantes.

B. Conductores instalados en subestaciones.

2404-7 Distancia mínima entre fases y de fase a tierra para conductores.

La distancia entre fases y la de fase a tierra depende de la tensión de aguante al impulso (BIL), la selección de esta depende de la tensión nominal del sistema de las condiciones atmosféricas del lugar, de la contaminación y de las características del equipo de protección utilizado. La Tabla 2404.7 muestra la separación mínima entre fases o de fase a tierra en conductores desnudos para los diferentes niveles de tensión.

Los valores de esta tabla se aplican a las instalaciones hechas en el lugar y no constituyen valores para diseño o construcción del equipo en fábrica

2404-8 Protección contra sobrecorriente.

a) **Los conductores deben estar protegidos contra calentamiento excesivo mediante los dispositivos de sobrecorriente adecuados**

b) **Los conductores puestos a tierra (neutros) deben dejarse fuera de la protección contra sobrecorriente, a fin de que en ningún caso pueda interrumpirse su continuidad hacia tierra.**

2404-9 Resistencia mecánica.

Los conductores deben estar soportados y sujetos para resistir las fuerzas ocasionadas por la

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

máxima corriente de cortocircuito a que puedan quedar sometidos. Esto es particularmente aplicable a barras colectoras y a conductores de gran sección que salen de transformadores.

2404-10 Resguardo de conductores y barras.

Los conductores aislados, sin cubierta metálica, de más de 2 500 V a tierra y los conductores desnudos de más de 150 V a tierra, deben quedar inaccesibles por elevación o resguardos de acuerdo con la Sección 2404-1 a)

2404-11 Terminales y uniones de conductores.

a) Las terminales y uniones de conductores aislados, a menos que estén resguardadas, deben tener un aislamiento equivalente, por lo menos, al de los mismos conductores.

b) En las terminales y uniones, el aislamiento de los conductores, cuando se le haya desprovisto de la cubierta o armadura metálica, debe quedar protegido completamente contra daño mecánico, humedad y esfuerzos eléctricos, por medio de mufas u otro medio adecuado.

Tabla 2404.7.-Distancias mínimas entre fases y a tierra, en conductores desnudos

Tensión nominal entre fases kV	Tensión de aguante al impulso en kV		Distancia mínima en cm			
	Interior	Exterior	Entre fases		De fase a tierra	
			Interior o Gabinete	Exterior Abierta	Interior o Gabinete	Exterior Abierta
2.4	60	95	12	18	8	15
4.16	60	95	12	18	8	15
6.6	75	95	14	18	10	15
13.8	95	110	19	31	13	18
23	125	150	27	38	19	26
34.5	150	150	32	38	24	26
	200	200	46	46	33	33
69		250		54		43
85		350		79		64
115		450		107		88
138		550		135		107
		550		135		107
		650		160		127
161		650		160		127
230		750		183		148
		750		183		148
		900		226		180
		1050		267		211

Nota: Los valores de esta tabla deben considerarse como valores mínimos aplicables en condiciones atmosféricas normales, hasta 1000 msnm

Temperatura 20°C
Presión 101.3 kPa o 760 mm Hg
Humedad absoluta $h_o = 11$ g/m.

Para condiciones desfavorables de servicio, estos valores deben aumentarse.

C. Espacio y equipo para trabajos de mantenimiento.

2404-15 Espacio para trabajar.

Los equipos deben tener espacio libre suficiente para su correcta operación y mantenimiento (pruebas y ajuste periódico del equipo que lo requiera, reemplazo o modificaciones, etc.).

Debe preverse, también, el espacio necesario para la operación con pértiga del equipo que lo requiera, así como para el tránsito eventual de equipo voluminoso. En cualquier caso deben conservarse las distancias de protección a partes vivas que se indican en el Artículo 2404 A.

La longitud y altura de dicho espacio libre deben estar de acuerdo con las dimensiones del frente y con la altura del equipo.

2404-16 Separaciones arriba de partes vivas no protegidas.

Las separaciones para espacio de trabajo arriba de partes vivas no protegidas deben ser como mínimo las indicadas en la Tabla 2404.16 y adicionalmente se deben colocar cubiertas que eviten daños al caer objetos.

Tabla 2404.16.-Separaciones para Espacio de Trabajo
Arriba de Partes Vivas no Protegidas

TENSION NOMINAL ENTRE FASES V	SEPARACION ARRIBA cm
1001 - 7500	260.0
7501 - 35000	274.0
Mayor de 35000	274.0 + 1.0 cm por kV arriba de 35

2404-17 Equipo para trabajar en partes vivas.

Cuando los operarios tengan que introducir alguna parte de su cuerpo, materiales o herramientas, a la zona de resguardo correspondiente a partes vivas debe usar equipo de protección especial adecuado a la tensión de que se trate tales como guantes, mangas, cubiertas de hule, herramientas aisladas, dispositivos para prueba y para conexión a tierra, pértigas, canastillas o plataformas aisladas, etc. El equipo debe ser inspeccionado periódicamente, conservado en buenas condiciones, proporcionar un amplio margen de seguridad y ser construido de tal modo que al usarse, el cuerpo del operario quede fuera de la zona de resguardo.

ARTICULO 2405 -INSTALACION DE EQUIPO ELECTRICO EN SUBESTACIONES

A. Transformadores

2405-1 Transformadores de corriente.

Los circuitos secundarios de los transformadores de corriente deben tener medios para

ponerse en cortocircuito, conectarse a tierra simultáneamente y aislar los transformadores del equipo normalmente conectado a ellos, mientras el primario esté conectado al circuito alimentador. No se permite el uso de dispositivos de sobrecorriente en el secundario.

2405-2 Transformadores de potencial.

Los circuitos secundarios de transformadores de potencial deben estar provistos de algún medio de desconexión seguro, que evite la posibilidad de energizar el lado de alta tensión debido a una retroalimentación accidental desde los circuitos secundarios

Los transformadores de potencial deben protegerse con fusibles en el lado primario

2405-3 Protección de los circuitos secundarios de transformadores para instrumentos.

a) **Conexión a tierra** Los circuitos secundarios de transformadores para instrumentos (transformadores de corriente y de potencial) deben estar conectados efectiva y permanentemente a tierra en algún punto del circuito

b) **Protección mecánica de los circuitos secundarios** cuando los primarios operan a más de 6 600 V. Los conductores de los circuitos secundarios deben alojarse en tubo metálico rígido permanentemente conectado a tierra, a menos que estén adecuadamente protegidos contra daño mecánico y contra contacto de personas.

2405-4 Instalación de transformadores de potencia y distribución.

Los siguientes requisitos se aplican a transformadores de potencia y distribución instalados al nivel del piso, en exteriores o interiores

a) **En la instalación de transformadores** deben cumplirse las disposiciones del Artículo 2404 respecto a defensas y distancias para resguardo de partes vivas

b) **En la instalación de transformadores que contengan aceite** deben tomarse en cuenta las recomendaciones sobre protección contra incendio que se indican en la Sección 2402-6 c).

c) **En edificios que no se usen solamente para subestaciones**, los transformadores deben instalarse en lugares especialmente destinados a ello, con ventilación apropiada hacia el exterior y que sean solamente accesibles a personas capacitadas

d) **Selección de los transformadores** Se recomienda que la selección se haga para trabajar lo más próximo al 100% de su capacidad para evitar pérdidas excesivas

e) **Los transformadores mayores de 25 kVA** deben tener una válvula de alivio de sobrepresión.

2405-5 Medio aislante.

Para el uso del medio aislante deben tomarse las siguientes medidas:

a) **Cuando los transformadores se instalen en áreas peligrosas** debe cumplir con el Capítulo 5.

b) **No se permite el uso de policloruros bifenados (askarel)** como medio aislante.

c) **Los líquidos aislantes deben ser biodegradables**, y que no sean nocivos a la salud.

d) **Los transformadores en operación que contengan líquidos aislantes no biodegradables** deben cumplir con la reglamentación sobre protección ambiental.

2405-6 Conexión a tierra de partes metálicas de transformadores.

Los tanques o estructuras metálicas de transformadores que estén conectados a circuitos de más de 150 V a tierra deben conectarse a tierra permanentemente

2405-7 Ajuste de la protección contra sobrecorriente.

La protección contra sobrecorriente de transformadores (excepto los de medición y control) debe cumplir con lo establecido en el Artículo 450

B. Interruptores, cuchillas y fusibles

2405-10 Accesibilidad e indicación.

a) **Colocación.** Todos los interruptores manuales o automáticos, cuchillas y fusibles, deben ser fácilmente accesibles para las personas que los operan y deben colocarse y marcarse de modo que pueda identificarse fácilmente el equipo que controlan.

Los interruptores deben tener un seguro para sus posiciones de abierto y cerrado o de un letrero cuando no sea posible instalar el seguro. Para equipos que sean operados a control remoto y automáticamente, el circuito de control debe contar con un medio de desconexión cerca de los aparatos para prevenir alguna operación accidental del mecanismo

b) **Indicación.** Debe ser posible verificar la operación efectuada por un interruptor o una cuchilla, exceptuando los fusibles, por inspección visual de la posición de las navajas o contactos de las cuchillas o por el uso de lámparas y/o banderas indicadoras para señalar la posición actual del equipo

2405-11 Instalación de interruptores en aceite.

a) **Los interruptores en aceite deben separarse entre sí,** o de otros aparatos, como medidas de protección contra incendio, en la forma en que se indica en la Sección 2402-6 c).

b) **En circuitos de más de 7500 V o cuando los interruptores estén sujetos a corrientes de cortocircuito elevadas,** se debe contar con un control local para operar el interruptor, que ofrezca seguridad al operador, y con un control remoto para su operación.

c) **Deben instalarse cuchillas apropiadas para poder aislar,** de la fuente de abastecimiento, los interruptores en aceite de más de 600 V. entre conductores. (Véase la Sección 2405-14 a).

2405-12 Uso general de interruptores.

Se debe instalar un interruptor que pueda operarse manualmente, en forma local o remota. Véase las Secciones 2401-6 y 2401-7.

a) **En algún punto conveniente** de la alimentación a equipo eléctrico importante;

b) **En el punto de alimentación** de cada uno de los circuitos alimentadores;

c) **En la entrada de subestaciones de usuarios** en el punto de conexión del sistema suministrador.

d) **Como medio de protección,** en casos especiales

Excepción No. 1 Cuando dos o más unidades de equipo suministrador o líneas suministradoras se operen como una sola unidad, no se requiere necesariamente medio de desconexión entre ellas.

Excepción No. 2 En subestaciones intemperie, tipo abierto o pedestal de 500 kVA o menores, que cuenten con medios para interrumpir o desconectar la carga con un interruptor automático en el lado secundario de los transformadores, bastará con que se instalen en el lado primario medios de desconexión capaces de interrumpir únicamente la corriente de excitación a la tensión de que se trate, no necesariamente de operación simultánea.

2405-13 Uso de fusibles o interruptores automáticos.

En general, todos los circuitos que alimenten transformadores, grupo de aparatos y equipo auxiliar de las subestaciones, y todos los circuitos que salgan del local de éstas, deben protegerse contra sobrecorriente mediante cortacircuitos fusible o interruptores automáticos, de capacidad suficiente para interrumpir la corriente máxima de cortocircuito a que puedan estar sometidos, excepto en los casos indicados a continuación

1) Conductores puestos a tierra

2) Los conductores de salida de transformadores de corriente constante.

- 3) Los circuitos de transformadores de corriente.
- 4) Otros circuitos en que su apertura pueda originar peligro a la persona o a propiedades.
- 5) En prolongación de barras de la subestación con cable aislado que no excedan de 15 m y estén dentro del mismo local. El cable debe tener conos de alivio.

2405-14 Uso de cuchillas.

a) Debe instalarse un juego de cuchillas en adición a cualquier otro medio de interrupción, inmediatamente después del equipo de servicio de la subestación.

Excepción No. 1: No se requieren cuchillas antes de un interruptor que esté instalado en una unidad compacta de tipo desenchufable, la cual no pueda ser abierta si el circuito está conectado y que al ser removida de su posición normal de operación, desconecte automáticamente al interruptor de todas las partes energizadas.

Excepción No. 2: En subestaciones intemperie tipo abierto o pedestal, con un transformador trifásico de 500 kVA o menos o un banco de transformadores monofásicos equivalente.

Excepción No. 3: En caso de subestaciones compactas aplicar la *Excepción No. 1* de la Sección 2401-5.

b) Debe instalarse un juego de cuchillas en otros puntos donde se requiera abrir líneas o conexiones para maniobras de operación o mantenimiento.

c) Deben colocarse avisos en lugares visibles que adviertan que las cuchillas no deben abrirse con carga en subestaciones accesibles a personas no idóneas.

d) Las cuchillas deben instalarse de manera que puedan asegurarse en la posición de abiertos, o deben tener avisos que impidan que accidentalmente puedan ser cerradas, mientras se trabaje en los circuitos en que se encuentran.

Las cuchillas en que su apertura pueda ser peligrosa, deben usarse medios semejantes a los del párrafo anterior para que se conserven en la posición de cerradas.

e) Las cuchillas de operación en grupo, deben mantener un alineamiento adecuado, que permita operar simultáneamente los polos con un simple movimiento.

f) Para subestaciones que alimentan transformadores u otras cargas a más de 15 m, debe seccionarse el alimentador en ambos extremos y el medio de seccionamiento puede ser un interruptor automático.

Excepción: Cuando se utilice una barra derivadora con codos de operación con carga como medio de desconexión para varias subestaciones, se puede omitir el uso de cuchillas, siempre y cuando no exceda de 15 m el alimentador.

2405-15 Capacidad de interruptores y cuchillas.

a) **Interruptores.** Los interruptores deben tener capacidad suficiente para interrumpir la corriente a la tensión de operación.

Los interruptores automáticos deben tener, además capacidad suficiente para interrumpir la máxima corriente de cortocircuito que se pueda presentar en el punto en que sean instalados.

b) **Cuchillas.** Deben ser de tensión y capacidad de corriente adecuadas para el circuito en que se instalen.

2405-16 Instalación de fusibles.

En las subestaciones los fusibles para tensiones de más de 150 V a tierra o corrientes de más de 60 A, deben instalarse de manera que, para operarlos, se cumpla con alguna de las siguientes condiciones.

a) Que los fusibles puedan ser desconectados de la fuente de suministro una vez que se ha interrumpido la energía.

- b) Que los fusibles puedan manejarse convenientemente mediante pértigas aislantes o herramientas apropiadas para dicho objeto
- c) Se recomienda usar silenciadores cuando se instalen fusibles de potencia tipo expulsión en lugares cerrados.
- d) No deben instalarse fusibles tipo expulsión en ambientes controlados o peligrosos.

C. Tableros

2405-20 Localización y accesibilidad.

- a) Los tableros deben colocarse donde el operador no esté expuesto a daños por la proximidad de partes vivas o partes de maquinaria o equipo en movimiento.
- b) No debe haber materiales combustibles próximos.
- c) El espacio alrededor de los tableros debe conservarse despejado y no usarse para almacenar materiales.
- d) Debe preverse espacio para trabajar, de acuerdo con la Sección 2404-15.
- e) El equipo de interruptores debe estar dispuesto en tal forma que los medios de control sean fácilmente accesibles al operador.

Los instrumentos, relevadores y otros dispositivos que requieran lectura o ajuste, deben ser colocados de manera que estas labores puedan efectuarse fácilmente desde el espacio dispuesto para trabajar

- f) Debe proporcionarse suficiente iluminación en el frente y atrás del tablero para que pueda ser fácilmente operado y los instrumentos leídos correctamente (Véase la Sección 2402-3).

2405-21 Material.

Los tableros deben ser de material no inflamable y resistente a la corrosión

Los tableros para áreas especiales deben aplicar lo correspondiente al Capítulo 5

2405-22 Arreglo e identificación.

Las conexiones y el alambrado en los tableros deben efectuarse en un orden determinado y en forma de que su relación con el equipo sea fácilmente identificable

2405-23 Protección de partes vivas.

Las partes vivas en tableros deben protegerse de acuerdo con lo que se indica en las Secciones 2404-1 y 2404-2.

Las navajas móviles de los interruptores de cuchillas contenidas en un tablero deben desenergizarse cuando se encuentren en posición de abierto.

2405-24 Conexión a tierra.

a) **Armazones.** Las armazones de los tableros y las partes metálicas que no conduzcan corriente deben conectarse efectiva y permanentemente a tierra.

b) **Gabinetes de instrumentos.** Los gabinetes metálicos de instrumentos instalados en tableros deben conectarse efectiva y permanentemente a tierra o encerrarse en cubiertas de material aislante adecuado

D. Apartarrayos

2405-28 Aplicación y selección.

Para aplicación ver el Artículo 280.

2405-29 Instalación de apartarrayos.

Deben instalarse apartarrayos para proteger al equipo de la subestación, puede hacerse tanto

en el exterior como en el interior del local que contiene al equipo que se va a proteger, tan cerca de éste como sea factible, tomando en cuenta, en su caso, lo que previene la Sección 2405-30.

También deben instalarse apartarrayos en el punto abierto de sistemas en anillo y en transiciones de la línea subterránea.

2405-30 Instalación en interior.

Cuando se instalen apartarrayos en el interior de edificios, deben ubicarse fuera de pasillos y alejados de otro equipo así como de partes inflamables del edificio.

2405-31 Resguardo.

Los apartarrayos y sus accesorios deben resguardarse, ya sea por su elevación o por su localización en sitios inaccesibles a personas no idóneas; o bien, protegidos por defensas o barandales adecuados, similares a los que se mencionan en la Sección 2404-2.

2405-32 Conexión a tierra.

a) **Conductores de conexión a tierra** Los apartarrayos deben conectarse a tierra lo más directamente posible y deben cumplir con el área de la sección transversal mínima señalada en la Sección 280-23.

b) **Conexión a tierra de partes metálicas de apartarrayos.** Cuando no sea factible el resguardo de los apartarrayos como se indica en la Sección 2405-31, su estructura y partes metálicas que no conducen corriente, deben conectarse a tierra.

c) **Apartarrayos instalados en terminales de cables subterráneos** Cuando los apartarrayos se instalen en terminales de cables subterráneos con cubiertas metálicas, éstas deben conectarse al mismo sistema de tierra de los apartarrayos

E. Baterías eléctricas.

2405-36 General.

Los requisitos de esta Sección se aplican, en particular, a las baterías instaladas en las subestaciones.

La tensión nominal de la batería se determina, sin considerar las celdas de emergencia o de reserva, que se conectan al circuito únicamente para mantener la tensión durante la descarga.

2405-37 Definiciones.

Baterías: Es un conjunto de una o más celdas recargables

Celdas del tipo cerrado: Son aquellas en las cuales el único paso para los gases de escape desde el interior de la celda, está formado por una válvula para retener y regresar a la celda las partículas de líquido contenidas en los mismos gases de escape.

Celdas de tipo abierto: Son aquellas en las cuales los gases de escape de la celda pueden transportar las partículas de líquidos en la atmósfera circundante

2405-38 Aislamiento y seguridad de las baterías.

Esta Sección se aplica a las baterías que tienen celdas conectadas en serie para operar a una tensión nominal no mayor a 250 V

a) **Las celdas del tipo abierto plomo-ácido deben soportarse sobre aisladores de suficiente resistencia mecánica (de vidrio, de porcelana vidriada o los de tipo de aceite) o bien soportarse en grupos, sobre charolas de vidrio o de otro material aislante adecuado**

b) **Las celdas del tipo abierto alcalino en recipientes de material no conductor y resistentes al calor no requieren de soportes aislados adicionales. Las celdas del tipo alcalino en recipientes de material conductor deben soportarse en charolas de material no conductor en grupos de no más de 20 celdas (24 V nominales) conectadas en serie por charola.**

c) **Las celdas en recipientes compuestos de hule no requieren de soportes aislados**

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

adicionales, cuando la tensión nominal de todas las celdas conectadas en serie no exceda los 150 V. Cuando la tensión total exceda los 150 V la batería debe ser seccionada en grupos de 150 V o menos y cada grupo soportado en charolas o bastidores.

d) **Las celdas de tipo cerrado o baterías de tipo cerrado construidas** en recipientes de material no conductor y material resistente al calor, no requieren de soportes aislados adicionales.

e) **Las celdas de tipo cerrado o baterías de tipo cerrado construidos** en recipientes de material conductor, deben soportarse en charola de material no conductor.

f) **Seguridad de celdas del tipo abierto.** Las celdas del tipo abierto deben estar equipadas con un extinguidor, diseñado para prevenir la destrucción de la celda debido a la ignición de gases dentro de la misma por una chispa o flama externa bajo condiciones normales de operación.

g) **Seguridad de celdas tipo cerrado.** Las celdas o baterías tipo cerrado deben estar equipadas con una válvula de alivio de presión para prevenir la acumulación excesiva de presión de gas, deben estar diseñadas para prevenir el esparcimiento de las partes de las celdas cuando estas lleguen a estallar.

2405-39 Bastidores y charolas.

a) **Bastidores.** Los bastidores o armazones construidos para soportar celdas o charolas deben tener suficiente resistencia mecánica y pueden ser

a.1) De madera tratada de modo que sea resistente a la acción deteriorante del electrólito

a.2) De metal tratado de modo que sea resistente a la acción deteriorante del electrólito, provistos de elementos no conductores que soporten directamente a las celdas, de fibra de vidrio o cualquier otro material aislante apropiado sobre las partes que sean conductoras.

a.3) **Los bastidores deben estar sujetos firmemente anclados**, de preferencia en el piso. El anclaje en paredes no es recomendable. Los bastidores metálicos deben estar aterrizados.

b) **Charolas.** Las charolas deben ser recipientes poco profundos, generalmente de madera o de otro material no conductor, construidas o tratadas de forma que sean resistentes a la acción deteriorante del electrólito.

2405-40 Localización.

Las baterías deben estar localizadas dentro de un recinto protegido o área accesible solamente a personal idóneo.

2405-41 Requisitos de los locales para baterías.

a) **Medidas de precaución.** Dentro del local de baterías debe evitarse fumar, usar flamas abiertas y el uso de herramientas que produzcan chispas o fuentes de ignición porque ello puede encender el gas desprendido y contenido en la atmósfera.

Para cargar el ácido concentrado, la forma segura es añadiendo el ácido al agua.

El electrólito de las baterías así como los vapores del mismo electrólito que pudieran estar contenidos en la atmósfera, son corrosivos, por lo que debe evitarse el contacto con la piel y la ropa.

b) **Local independiente.** Se recomienda que las baterías se instalen en un local independiente. Este requisito es obligatorio para baterías con recipientes abiertos.

Dentro de los locales debe dejarse un espacio suficiente y seguro alrededor de las baterías para la inspección, el mantenimiento, las pruebas y reemplazo de celdas.

c) **Conductores y canalizaciones.** No deben instalarse conductores desnudos en los

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

puntos de tránsito de personas, a menos que se coloquen a suficiente altura para quedar protegidos. Para instalar los conductores aislados puede usarse tubo metálico o ductos metálicos con tapa siempre que estén debidamente protegidos contra la acción deteriorante del electrólito.

En los locales para baterías, los conductores con envolturas barnizadas (cambray) no deben usarse.

d) Terminales. Si en el local de las baterías se usan ductos metálicos, tubería metálica rígida, u otra cubierta metálica, los extremos de los conductores que se conecten a las terminales de las baterías deben estar fuera de la canalización, por lo menos hasta una distancia de 30 cm de las terminales, y resguardarse por medio de una boquilla aislante, vidriada y resistente

El extremo del ducto o tubo debe cerrarse herméticamente para no permitir la entrada del electrólito, por rociadura o escurrimiento, para lo cual debe usarse pasta, cinta aislante de hule u otro material apropiado

e) Ventilación. El área de las baterías debe estar ventilada, ya sea por ventilación natural o forzada (extractores) para prevenir la acumulación de una mezcla de gases explosivos y venenosos. Las fallas en la operación continua o control automático del sistema de ventilación deben señalarse mediante una alarma.

f) Pisos. Los pisos de los locales donde se encuentren baterías y donde sea probable que el ácido se derrame y acumule, deben ser de material resistente al ácido o estar protegidos con pintura resistente al mismo. Debe dejarse un recolector para contener los derrames de electrólito

g) Equipos de calefacción. No deben instalarse equipos de calefacción de flama abierta o resistencias incandescentes expuestas en el local de las baterías

h) Iluminación. Se recomienda que los locales de las baterías se construyan de tal forma que se tenga una buena iluminación natural durante el día

Para locales de baterías, el tipo de luminario para el alumbrado interior debe ser con portalámparas a prueba de vapor y gas protegidos de daños físicos por barreras o aislamientos, los receptáculos y apagadores deben localizarse fuera del local.

i) Equipos de Protección. En los locales para alojamiento de baterías debe contarse con equipo de protección adecuado, para usarse durante el mantenimiento o instalación de baterías. El equipo de protección debe ser el siguiente:

i.1.- Anteojos o careta.

i.2.- Guantes resistentes al ácido.

i.3.- Delantal protector y protector de zapatos

i.4.- Agua entubada o garrafón portátil con agua o agentes neutralizadores de ácido para enjuague de ojos y piel

j) Avisos de precaución. Debe contarse con avisos de precaución dentro y fuera de los locales de baterías indicando la prohibición de fumar, el no usar herramientas que produzcan chispas, no usar flamas abiertas, no usar fuentes de ignición, utilizar el equipo de seguridad, etc

k) Para almacenamiento referirse al Artículo 480

2405-42 Protección de partes vivas en las baterías.

El arreglo y las conexiones de las celdas deben hacerse en tal forma que cuando se tengan dos partes conductoras entre las cuales exista una tensión de más de 150 V, estas partes estén adecuadamente resguardadas para evitar que el personal pueda hacer contacto accidental con ambas a la vez. Para tal efecto, debe tomarse en cuenta lo que sea aplicable de las Secciones 2404-1 y 2404-2



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
BAJO LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM - 001 - SEMP - 1994
(PARTE 2)**

TEMA:

APENDICE

**COORDINADORES ACADEMICOS : ING. ARTURO MORALES COLLANTES
ING. MARCO A. MACIAS HERRERA
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 1999**

APENDICE

Tablas reformateadas y Secciones de Definiciones ordenadas alfabeticamente:

En este Apéndice se incluyen las Tablas Reformateadas y las Definiciones de algunas Secciones de Artículos reordenadas alfabeticamente, como una sugerencia para su mejor entendimiento. El reformato de estas tablas y definiciones no son parte de la norma oficial y se incluyen aquí únicamente como una ayuda para mejor interpretación de la norma. Por tanto quedará a opción del usuario su consideración y utilización.

Tabla 220-3 (b) Cargas de alumbrado general de acuerdo al tipo de local (N.E. Se ordeno alfabeticamente por tipo de local)

Tipo de local	Unidad de carga en (VA) por m ²
Auditorios y armerías	10
Bancos	35**
Barberías, peluquerías y salones de belleza	30
Clubs o casinos	20
Cuartos de huéspedes	15
Depositos Almacenes Bodegas	2.5
Escuelas	30
Estacionamientos comerciales	5
Hospitales	20
*Hoteles y moteles incluyendo apartamentos sin cocina	20
Iglesias	10
Inmuebles comerciales e industriales	20
Inmuebles de oficina	35**
Restaurantes	20
Tiendas	30
Tribunales	20
*Unidades de vivienda	30
Para los locales citados y con excepción de las viviendas unifamiliares y	

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

apartamentos individuales de viviendas multifamiliares,	
se aplicará lo siguiente.	
Espacios para almacenamiento	2.5
Recibidores, corredores, closets y escaleras	5
Sala de reuniones y auditorios	10

* Todas las salidas para contactos de 20 A o menos en viviendas unifamiliares, multifamiliares y habitaciones de hoteles y moteles, pueden considerarse como salidas para iluminación general y no es necesario incluir carga adicional alguna para ellos, se exceptúan los contactos.

** Cuando la cantidad real de contactos de uso general es desconocida, se deben adicionar 10.75 por ese concepto

Tabla 220-11 Factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado (N.E: Se reordena alfabéticamente por tipo de local)

Tipo de local	Parte de la carga de alumbrado general al que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda %
Almacén	Primeros 12 500 o menos	100
	Exceso sobre 12 500	50
* Hospitales	Primeros 50 000 ó menos	40
	Exceso sobre 50 000	20(n.e)
* Hoteles y moteles incluyendo los de apartamentos sin prevision para que los inquilinos cocinen.	Primeros 20 000 ó menos	50
	Los siguientes hasta 100 000	40
	Exceso sobre 100 000	30
Unidades de vivienda	Primeros 3 000 o menos	100
	Los siguientes hasta 120 000	35
	Exceso sobre 120 000	25
Todos los demás	VA totales	100

(n.e. el valor "20" se transfirió de la columna "parte de la carga" a la de "Factor de demanda")

* Los factores de demanda de esta tabla no se aplican a la carga calculada de los alimentadores de las áreas de hospitales, moteles y moteles donde todo el alumbrado pueda estar utilizado al mismo tiempo como sucede en salas de operaciones, salas de baile y comedores

250-2 Otros artículos aplicables. En otros artículos que se aplican a casos particulares de instalación de conductores y equipos existen requisitos que son adicionales a los de este Artículo o que los modifican

(N.E. Se ordena alfabéticamente por localización)

Localización	Artículo	Sección
Accesorios de iluminación: campanas colgantes y receptáculos	410	
Aparatos eléctricos		122-16

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Arriba de 600 V, no lineal y en general		710-4 (b) (1)
Barras		365-9
Cables y cordones flexibles		400-22
		400-23
Celdas electrolíticas	668	
Circuitos de comunicación	800	
Circuitos derivados		210-5
		210-6
		210-7
Circuitos o equipos que operan con 50 V o menos	720	
Computadoras electrónica/equipo procesador de datos		645-15
Conductores para alambrados generales	310	
Construcciones flotantes		553-8
		553-10
		553-11
Contactos y conectores de cordón		210-7
Control remoto clase 1, 2 y 3 (separación y circuitos limitados de potencia)		725-20
		725-43
Distribución de potencia programada y anillos		780-3
Edificios agrícolas		547-8
Elevadores, escaleras eléctricas	620	
Equipo de alumbrado y accesorios		410-17
		410-18
		410-19
		410-21
		410-105 (b)
Equipo de calentamiento dieléctrico y de inducción	665	
Equipo de grabación de sonido y similares	680	
Equipo de radio y TV	810	
Equipo de rayos X	660	517-77
Equipo de servicio		230-63
Equipo eléctrico fijado en exterior y a prueba de nieve		426-27
Equipo fijo eléctrico para calentar aire		424-14
Equipos fijos de calentamiento eléctrico para tuberías y recipientes		427-21
		427-29
		427-48
Estudios de TV y fotografía móvil y lugares similares		530-20
		530-66
Facilidades para la salud	517	
Gruas y malacates	610	
Hogares móviles y casas rodantes	550	
Interruptores		380-12
Lugares peligrosos (clasificados)	550-517	
Maquinaria industrial	670	
Maquinas de control de riego o manejadas eléctricamente		675-11 (c)
		675-12

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

		675-13
		675-14
Motores, circuitos de motores y controladores	430	
Muelles y marinas		555-7
Receptáculos polarizados, adaptadores, conexión de cordón y clavijas.		410-58
Salidas, dispositivos, cajas de unión, cuerpos de tuberías y accesorios		370-4 370-25
Señalización electrónica y anuncios luminosos	600	
Servicios	230	
Sistemas de distribución en radio y antenas comunes de TV		820-33 820-40 820-41
Sistemas de seguridad intrínseca		504-50
Sistemas de señalización de protección contra el fuego		760-6
Sistemas solares fotovoltaicos		690-41 690-42 690-43 690-44
Tableros de pared		384-20
Tableros de pared e interruptores de pared		384-3 (d) 384-11
Teatros, auditorios, áreas móviles de cine y TV locales similares		520-81
Transformadores y transformadores de bóveda		450-10
Tubos de órgano	650	
Uso e identificación de conductores de puesta a tierra	200	
Venículos recreacionales móviles y fijos	551	

Tabla 370-16 (a). Registros Metálicos

(N.E. Esta Tabla esta reformateada como sugerencia para mejor entendimiento)

Dimensión del registro tamaño comercial	Capacidad mínima	Numero máximo de conductores						
		0.8235 mm ²	1.307 mm ²	2.082 mm ²	3.307 mm ²	5.26 mm ²	8.367 mm ²	13.3 mm ²
en cm	en cm ²	(18 AWG)	(16 AWG)	(14 AWG)	(12 AWG)	(10 AWG)	(8 AWG)	(6 AWG)
10.2 x 3.2 redonda u octagonal	205.0	8	7	6	5	5	4	2
10.2 x 3.8 redonda u octagonal	254.2	10	8	7	6	6	5	3
10.2 x 5.4 redonda u octagonal	352.6	14	12	10	9	8	7	4
10.2 x 3.2 cuadrada	295.2	12	10	9	8	7	6	3

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

10.2 x 3.8 cuadrada	344.4	14	12	10	9	8	7	4
10.2 x 5.4 cuadrada	496.9	20	17	15	13	12	10	6
11.9 x 3.2 cuadrada	418.2	17	14	12	11	10	8	5
11.9 x 3.8 cuadrada	483.8	19	16	14	13	11	9	5
11.9 x 5.4 cuadrada	688.8	28	24	21	18	16	14	8
7.6 x 5.1 x 3.8 dispositivo	123.0	5	4	3	3	3	2	1
7.6 x 5.1 x 5.1 dispositivo	164.0	6	5	5	4	4	3	2
7.6 x 5.1 x 5.7 dispositivo	172.2	7	6	5	4	4	3	2
7.6 x 5.1 x 6.4 dispositivo	205.0	8	7	6	5	5	4	2
7.6 x 5.1 x 7.0 dispositivo	229.6	9	8	7	6	5	4	2
7.6 x 5.1 x 8.9 dispositivo	295.2	12	10	9	8	7	6	3
10.2 x 5.4 x 3.8 dispositivo	168.9	6	5	5	4	4	3	2
10.2 x 5.4 x 4.8 dispositivo	213.2	8	7	6	5	5	4	2
10.2 x 5.4 x 5.4 dispositivo	237.8	9	8	7	6	5	4	2
9.5 x 5.1 x 6.4 mamposteria registro/grupos	229.6	9	8	7	6	5	4	2
9.5 x 5.1 x 8.9 mamposteria registro/grupos	344.4	14	12	10	9	8	7	4
FS profundidad interna minima 4.5, tapa sencilla/grupos	221.4	9	7	6	6	5	4	2
FD profundidad interna minima	295.2	12	10	9	8	7	6	3

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

6.0, tapa sencilla/grupos								
FS profundidad interna mínima	295.2	12	10	9	8	7	6	3
4.5, tapa múltiple/grupos								
FD profundidad interna mínima	393.6	16	13	12	10	9	8	4
6.0, tapa múltiple/grupos								

(N.E. Esta Tabla reformateada , como sugerencia para mejor entendimiento)

Tabla 515-2.- Lugares Clase I.-Plantas de almacenamiento general

(NE) (reformateada como sugerencia para mejor entendimiento)

Lugar	Clase I División	Extensión del lugar clasificado
Vehículo - tanque y carro-tanque. Cargando a través de una bóveda abierta (*)	1	Dentro de 1 m desde el tope de la bóveda extendiéndose en todas direcciones
	2	El espacio entre 1 m y 4.5 m desde el tope de la bóveda, tanque extendiéndose en todas direcciones.
Cargando a través de conexiones en el fondo del tanque con ventilación atmosférica	1	Dentro de 1 m desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas direcciones
	2	El espacio entre 1 m y 4.5 m desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas direcciones También hasta 0.5 m sobre el rasante dentro de un radio horizontal de 3 m desde el punto de conexión de carga
Oficinas y baños	ordinario	Si existe alguna comunicación a estas salas dentro de la extensión dentro de un lugar clasificado como interior , la sala será clasificada de la misma manera si la pared mampara o separador no existieran
Cargando a través de una bóveda cerrada con ventilación atmosférica	1	Dentro de 1 m desde el lado abierto de la ventilación extendiéndose en todas direcciones
	2	El espacio entre 1 m y 4.5 m desde el lado abierto de la ventilación extendiéndose en todas direcciones. También dentro de 1 m desde el lado de la bóveda, extendiéndose en todas direcciones
Cargando a través de una bóveda cerrada con recuperación de	2	Dentro de 1 m desde el punto de conexión de las líneas de llenado y extendiéndose en todas direcciones También hasta 0.5 m sobre el rasante dentro de un radio horizontal de 3 m desde el punto de conexión

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

vapor		
Bombas purgas y accesorios de vaciado, medidores y dispositivos similares.		
Interiores	2	Dentro de un círculo de 1.5 m desde cualquier lado de los dispositivos, extendiéndose en todas direcciones. También hasta 1 m sobre el nivel del piso o rasante, dentro de 7.6 m medidos horizontalmente desde cualquier lado de los dispositivos
Exteriores	2	Dentro de 1 m desde cualquier lado de los dispositivos, extendiéndose en todas direcciones. También hasta 0.5 m sobre el nivel del piso o rasante dentro de 3 m medidos horizontalmente desde cualquier lado de los dispositivos.
Almacenaje y taller de reparaciones para vehículos tanque.	1	Todas las fosas o espacios bajo el nivel del piso.
	2	El espacio hasta 0.5 m sobre el nivel de piso o rasante para toda la cochera de reparación o almacenaje
Zanjas de drenaje, de captación	2	El espacio hasta 0.5 m sobre separadores, estanques, la zanja, separación o estanque. También hasta 0.5 m sobre el rasante dentro de 1.4 m pisos medidos horizontalmente desde cualquier lado
Almacenaje exterior de Aplicación barriles.		<i>(N:E: no se encontro texto aplicable para esta columna)</i>
Cocheras para otros vehículos distintos a los tanques	ordinario	Si existe alguna comunicación a estas salas dentro de la extensión de un lugar exterior División 1 o 2, toda la sala será clasificada de la misma manera que el área con la cual hay comunicación
Llenado de barriles y recipientes Exteriores o interiores con ventilación adecuada.	1	Dentro de 1 m desde la ventilación y orificio de llenado, extendiéndose en todas direcciones.
	2	El espacio entre 1 m y 1.5 m desde la ventilación u orificio de llenado, extendiéndose en todas direcciones. También hasta 0.5 m sobre el nivel de piso o rasante, dentro de un radio horizontal de 3 m desde la ventilación u orificio de llenado
Tanque sobre el piso	1	Espacio dentro del dique donde la altura del dique es mayor que la distancia desde el tanque a el dique en más del 50% de la circunferencia del tanque
Cubierta externa extremos o techo y área	2	Dentro de 2 m desde la cubierta externa, extremos o techo del tanque. El espacio dentro de los del dique diques hasta el nivel superior de este

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Ventilado	1	Dentro de 1.5 m desde el lado abierto de la ventilación, extendiéndose en todas direcciones.
	2	El espacio entre 1.5 m y 3 m desde el lado abierto de la ventilación, extendiéndose en todas direcciones.
Techo flotante	1	El espacio sobre el techo y dentro de la cubierta externa del tanque
Fosas		
Sin ventilación mecánica	1	Todo el espacio de la fosa si alguna está dentro de un lugar División 1 o 2.
Con ventilación mecánica	2	Todo el espacio de la fosa si alguna está dentro de un lugar División 1 o 2
Con válvulas, accesorios o tuberías y no dentro de un lugar División 1 o 2	2	Toda fosa

(*) Cuando se clasifica la extensión del espacio, debe considerarse el hecho de que los carros tanque o los vehículos pueden ser situados en puntos variables. Por tanto, los extremos de las posiciones de carga y descarga serán usados

Nota1.- Para tanques subterráneos, ver la Sección 514-2

Nota2.- Para zanjas y canales de captación ver figura 1

517-3. Definiciones. *(ne) ordenadas alfabéticamente*

Anestésicos flamables: Gases o vapores tales como el fluroxeno, ciclopropano éter divinyl, cloruro de etileno, éter etileno, y etileno los cuales pueden formar mezclas flamables o explosivas con el aire, oxígeno o gases rebajados tales como el óxido nitroso

Áreas con anestésicos flamables: Cualquier área de la instalación que ha sido diseñada para ser usada en la administración, de cualquier agente anestésico inhalador flamable, en el curso normal de una evaluación o tratamiento

Áreas para el cuidado de pacientes: Áreas de una instalación para el cuidado de la salud en la cual el cuidado de los pacientes es administrado y clasificado como una área de cuidado general, área de cuidado crítico, y lugares con humedad. Es la responsabilidad del cuerpo de administración de la instalación, designar estas áreas de acuerdo con el tipo de cuidado del paciente y con las siguientes definiciones de los tres tipos de áreas

- (1) Áreas de cuidado general son las de recamaras para pacientes, cuartos para auscultación, cuartos para tratamiento clínicos y áreas similares en los cuales se pretende que el paciente debe estar en contacto con dispositivos ordinarios tales como un sistema de llamado a enfermeras, camas eléctricas, lámparas de auscultación, teléfonos y dispositivos de entretenimiento. En tales áreas, puede ser también necesario que los pacientes se conecten a dispositivos electro-médicos (tal como termocobertores, electrocardiogramas, bombas de drenaje, monitores, otoscopios, oftalmoscopios, líneas intravenosas periféricas, etc)
- (2) Áreas de cuidado crítico son aquellas unidades de cuidado especial como: Unidades de cuidado intensivo, unidades de cuidado de las coronarias, laboratorios de angiografía, laboratorios de cateterización cardíaca, cuartos de expulsión, cuartos de operaciones y áreas similares en las cuales los pacientes son sujetos a procedimientos

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

intensivos y conectados a dispositivos electromédicos.

- (3) Lugares húmedos son aquellas áreas de cuidado de pacientes que están normalmente sujetas a condiciones de humedad, incluyendo agua estancada en el piso o áreas mojadas o empapadas en forma rutinaria.

Casa de enfermeras: Un edificio o parte de él usado para hospedaje, junta directiva y cuidado por enfermeras, en una base de 24 horas, para cuatro o más personas, quienes debido a incapacidad mental o psíquica, podrían estar imposibilitadas para proveerse su propia seguridad y necesidades, sin la asistencia de otra persona

Las casas de enfermeras, de acuerdo como se usan en esta Norma deben incluir casas de enfermeras y de convalecencia, instalaciones para enfermeras calificadas, instalaciones de cuidado intermedio y casas para personas de edad avanzada.

Circuitos de seguridad vital: Un subsistema del sistema de emergencia, que consiste de alimentadores y circuitos derivados, los cuales cumplen los requerimientos del artículo 700 y son usados para proveer necesidades de energía adecuadas para asegurar la seguridad de los pacientes y del personal, los cuales se conectan automáticamente a una fuente de energía alterna durante la interrupción de la fuente de energía normal

Circuitos derivados críticos Los circuitos secundarios de un sistema de emergencia consistente de alimentadores y circuitos derivados suministrando energía para actividades de iluminación, circuitos especiales de energía, y receptáculos seleccionados, que sirven en áreas y funcionan en lo relacionado con el cuidado de los pacientes, y los cuales están conectados a fuentes de energía alterna por uno o más interruptores de transferencia durante la interrupción de la fuente normal de energía, deben entenderse como circuitos derivados críticos

Contactos seleccionados: El número mínimo de contactos eléctricos para utilizar equipos normalmente requeridos para tareas locales o para las que generalmente se usan en el cuidado de los pacientes en caso de emergencia

Corriente peligrosa de falla: La corriente peligrosa de un sistema aislado con todos los dispositivos conectados excepto el monitor de la línea de aislamiento

Corriente peligrosa del monitor: La corriente peligrosa de la línea de aislamiento del monitor solamente

Corriente peligrosa total: La corriente peligrosa de un sistema aislado con todos los dispositivos conectados a él incluyendo el monitor de la línea de aislamiento

Corriente peligrosa. La corriente total que fluye a través de una baja impedancia entre cualquiera de los conductores aislados y tierra, para un juego dado de conexiones en un sistema de energía aislado

Equipo Eléctrico de soporte para la vida Equipo eléctricamente alimentado cuya operación continua es necesaria para mantener la vida de un paciente

Estaciones de enfermeras: Áreas designadas para proveer un centro de actividad para enfermeras o grupos de enfermeras atendiendo camas de pacientes, donde las llamadas de los pacientes son recibidas, las enfermeras son despachadas, áreas para notas escritas para las enfermeras, preparación de recetas de pacientes, y preparación de medicamentos para la distribución de los pacientes. Donde tales actividades se llevan a cabo en más de un lugar dentro de una unidad de enfermeras todas esas áreas separadas son consideradas como una parte de la estación de enfermeras

Fuentes de Energía Alterna Se permiten uno o más sistemas de generación o de baterías, con la función de proveer la energía durante la interrupción del sistema de suministro normal.

Hospital psiquiátrico: Un edificio usado exclusivamente para el cuidado psiquiátrico, en una base de 24 horas con 4 o más pacientes

Hospital: Un edificio o parte de él usado para el cuidado médico, psiquiátrico, obstétrico o

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

quirúrgico. Un hospital, siempre que se use en esta Norma deberá incluir hospitales generales, hospitales mentales, hospitales para tuberculosis, hospitales para niños, y cualquier instalación en la cual se provea cuidado de pacientes.

Iluminación en lugares de trabajo: Proveer el mínimo de iluminación requerido para llevar a cabo los trabajos o tareas necesarias en las áreas descritas, incluyendo accesos de seguridad a equipos y suministros, y acceso a las salidas.

Instalaciones de cuidado y custodia residencial: Un edificio o parte de él usado para la atención de 4 o más personas que pueden ser incapaces de su propia preservación debido a limitaciones físicas o mentales, esto incluye instalaciones tales como casas para ancianos, enfermería (cuidado para niños menores de 6 años de edad), e instituciones para el cuidado de retrasados mentales. Instalaciones para cuidados diurnos que no proporcionan la atención continua de pacientes, no están clasificadas como tales.

Instalaciones de rayos X (Móvil): Un equipo de rayos X, montado sobre una base con ruedas u otra construcción que le permite ser movido mientras permanece completamente ensamblado.

Instalaciones de rayos X (Portátil): Equipos de rayos X que pueden ser cargados manualmente por una persona.

Instalaciones de rayos X (Régimen momentáneo): Régimen basado en un intervalo de operación que no exceda de los 5 segundos.

Instalaciones de rayos X (Régimen prolongado): Es el régimen basado en un intervalo de operación de 5 minutos o más.

Instalaciones de rayos X (Transportable): Equipo de rayos X para ser instalado en un vehículo o que puede ser desarmado para transportarlo en un vehículo.

Instalaciones para el cuidado de la salud: Edificios o partes de edificios que contienen pero no están limitadas a la ocupación para fines tales como hospitales, casas de enfermería, instalaciones para el cuidado y custodia residencial, instalaciones para el cuidado y supervisión, clínicas, oficinas médicas y dentales, e instalaciones ambulantes para el cuidado de la salud, ya sean fijas o móviles.

Locales para anestesia: Cualquier área en una instalación para el cuidado de la salud, que ha sido diseñada para ser utilizada para la aplicación de agentes anestésicos de inhalación flamable o no flamable durante el curso de un examen o tratamiento incluyendo el uso de tales agentes para tratamientos de emergencia.

Monitor de línea de aislamiento: Un instrumento de pruebas diseñado para comprobar continuamente la impedancia balanceada y desbalanceada de cada línea de un circuito aislado a tierra, y equipado con un circuito de prueba interconstruido para probar la alarma sin incluir la corriente peligrosa de fuga.

(El "monitor indicador de línea de aislamiento" fue anteriormente conocido como "indicador de contacto a tierra")

Punto de referencia a tierra: La barra a tierra del tablero de distribución o del equipo del sistema aislado que suministra energía al área de cuidado del paciente.

Puntos de aterrizamiento para equipo de pacientes: un contacto o barra terminal, el cual está destinado como punto colector para puesta a tierra redundante de dispositivos eléctricos, sirviendo en la vecindad de un paciente o para aterrizar otros dispositivos, con objeto de eliminar problemas de interferencia electromagnética.

Sistema eléctrico esencial: Un sistema constituido por fuentes alternas de energía y todos los sistemas de distribución conectados y equipo auxiliar destinado para asegurar la continuidad de la energía eléctrica para áreas específicas y funciones e instalaciones del cuidado de la salud durante la interrupción de la fuente normal de energía y también destinado para minimizar

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

disturbios dentro de los sistemas internos de la instalación eléctrica.

Sistemas aislados: Un sistema comprendiendo un transformador de aislamiento o su equivalente, un monitor de línea aislada, y sus circuitos conductores no puestos a tierra

Sistemas de emergencia: Un sistema constituido por alimentadores y circuitos derivados que cumplen con los requerimientos del Artículo 700, destinados a suministrar energía alterna a un número limitado de funciones consideradas vitales para la protección de la vida y la seguridad del paciente, con restablecimiento automático de la energía dentro de 10 segundos después de la interrupción

Sistemas de equipamiento: Un sistema de alimentadores y circuitos derivados arreglados para retrasar la conexión automática o manual a las fuentes de energía alterna y que suministra energía primordialmente a equipos trifásicos

Superficies conductoras expuestas: Superficies que son capaces de transportar corriente eléctrica y las cuales están desprotegidas, no encerradas o no resguardadas, y que permiten el contacto del personal. La pintura, la galvanización, y recubrimientos similares, no se consideran aislamientos adecuados, a menos que sean certificados para ese uso.

Transformador de aislamiento: Un transformador del tipo multidevanado, con el devanado primario y secundario físicamente separados que se acoplan inductivamente.

Vecindad de un paciente: Área destinada normalmente para el cuidado de pacientes, la vecindad de un paciente, es el espacio con superficies las cuales están en contacto con el paciente o un asistente que puede tocar al paciente. Típicamente en un cuarto de paciente, esto encierra un espacio dentro del cuarto al menos de 1.83 m más allá del perímetro de la cama en su ubicación normal y extendiéndose verticalmente a no menos de 2.29 m sobre el piso

551-2 Definiciones. (Véase el artículo 100 para otras definiciones).

(ne)ordenadas alfabéticamente)

Artefacto estacionario: Un artefacto que no se puede trasladar fácilmente de un lugar a otro en uso normal

Artefacto fijo: Un artefacto que está sujeto o asegurado por otros medios en un sitio específico

Artefacto portátil: Un artefacto que se mueve o puede ser fácilmente trasladado de un lugar a otro en uso normal

Nota: Para los propósitos de esta Sección los siguientes artefactos se consideran portátiles si se conectan por medio de cordón: refrigeradores, cocinas a gas, lavadoras de ropa, lavadoras de platos sin equipos de secado, u otros artefactos similares

Baja tensión: Fuerza electromotriz de 24 V nominal o menos, suministrada de un transformador, rectificador o batería

Cajón para vehículos de recreo: Es el área de un sitio de vehículos de recreo destinada para la ubicación de un vehículo de recreo

Camión para acampar: Unidad portátil construida para proporcionar alojamiento temporal para uso recreacional, viajar o acampar y que consiste de un techo, piso y paredes y diseñado para ser cargado y descargado desde el cajón de un camión de carga (Véase "Vehículos de recreo")

Casa rodante: Unidad de vehículo diseñada para proveer alojamiento temporal para recreación, acampar o viajar, montada o unida permanentemente a un chasis de vehículo con motor de propulsión propia o a un chasis de camión que es parte integral del vehículo completo. (Véase "Vehículo de recreo")

Conductores del circuito alimentador para el sitio de vehículos de recreo: Los conductores desde la acomoda del servicio del estacionamiento al equipo de suministro del sitio de vehículos recreacionales

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Conjunto fuente de alimentación: Los conductores, incluyendo los conductores de puesta a tierra, aislados entre sí, los conectores, enchufes y todos los demás accesorios o dispositivos instalados para transportar energía desde la fuente eléctrica hasta el tablero de distribución dentro del vehículo de recreo.

Equipo de aire acondicionado o de refrigeración: Todo el equipo destinado o instalado con el fin de procesar el tratamiento del aire para controlar simultáneamente su temperatura, humedad, limpieza y distribución, con el objeto de cumplir con los requisitos del espacio acondicionado

Equipo de suministro del sitio de vehículos de recreo: El equipo necesario, usualmente consiste de una salida de energía ó potencia, formado por un interruptor termomagnético ó interruptor con fusibles y sus accesorios, localizados cerca del punto de entrada de los conductores alimentadores al sitio del vehículo de recreo, con la finalidad de constituir el medio de desconexión para el suministro de dicho sitio

Estacionamiento para vehículos de recreo: Una porción de tierra en la cual dos o más vehículos de recreo se sitúan, establecen o se les proporciona mantenimiento para el público en general como local para propósito de recreación o vacaciones.

Estructura: Riel de chasis y cualquier aditamento de metal soldado al mismo, con un espesor de 16 MSG (unidades de acuerdo al SI) *(ne)* o mayor.

(ne) MSG= Ver Tabla MSG en este Apendice. 16MSG equivale a 1.6 mm de espesor

Frente muerto: (Aplicado a interruptores, interruptores termomagnéticos, tableros de alumbrado y tableros de distribución) Diseñado construido e instalado de manera que partes que no transportan corrientes están normalmente expuestas en el frente

Medio de desconexión: Equipo necesario que generalmente consiste de un interruptor termomagnético o interruptor y fusibles y sus accesorios, colocado cerca de la acometida en un vehículo de recreo y destinado a ser, el medio de desconexión de la energía a este vehículo recreacional. Los contactos usados como medios de desconexión deben estar accesibles (según se aplica a los medios de alambrado) y ser capaces de interrumpir su corriente nominal sin peligro para el operador

Rectificador: Dispositivo que cambia la energía eléctrica de una forma a otra, como de corriente alterna a corriente directa

Remolque para acampar: Vehículos portátiles montados sobre ruedas y construidos con paredes laterales hechas de paneles desmontables que pueden plegarse para ser remolcado por otro vehículo y desplegarse en el campamento, para proporcionar alojamiento al viajar o acampar (Véase vehículos de recreo)

Remolque para viajes: Un vehículo sobre ruedas diseñado y construido principalmente para proporcionar alojamiento temporal para recreo, acampar o viajar de tamaño y peso tales que no requiera permiso especial para circular en autopista cuando es arrastrado por un vehículo de motor y que tenga un área para vivienda menor de 30 m², excluyendo los equipos instalados en fábrica (tales como guarderías, gabinetes, unidades de cocina, aparatos de alumbrado) y servicio sanitario y baños. (vease vehículos de recreo)

Sitio para vehículos de recreo: Es un terreno con estacionamiento para vehículos de recreo para el acomodo de vehículos de recreo, tiendas u otras unidades individuales para acampar en forma temporal

Tablero de distribución: Un tablero o grupo de tableros diseñados para montarse en un solo tablero, incluyendo barras con interruptores o sin ellos, y/o con dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente para controlar los circuitos de alumbrado, calefacción o fuerzas de pequeñas capacidades individuales o conjuntas, diseñados para colocarse en un gabinete o en una caja con puerta colocada dentro ó una pared o tabique y accesible solamente desde el

frente.

Transformador: Dispositivo para aumentar o disminuir la tensión en corriente alterna de una fuente original.

Vehículo de recreo: Tipo de vehículo destinado principalmente a proporcionar alojamiento temporal para recreo, acampar o viajar, que tienen su propia fuerza motriz, o está montado en otro vehículo o es arrastrado por él. Los tipos principales son remolque para viajes, remolque para acampar, camión para acampar y casa rodante

680-4. Definiciones (*NE definiciones ordenadas alfabéticamente*.)

Aparato de alumbrado de nicho mojado. Aparato de alumbrado para ser instalado en un casco porta-reflector metálico colocado en una estructura de piscina o fuente, donde el aparato estará completamente rodeado de agua

Aparato de alumbrado de nicho seco. Aparato de alumbrado para ser instalado en las paredes de las piscinas o fuentes, en un nicho que estará sellado contra la entrada del agua de la piscina

Aparato de iluminación sin nicho: Es un equipo de iluminación diseñado para instalarse encima o dentro del agua sin nicho

Casco porta-reflector. Estructura diseñada para contener un aparato de alumbrado de nicho mojado y destinado a instalarse en la estructura de una piscina o una fuente.

Equipo de iluminación conectado por cordón y clavija: Es un equipo de iluminación que consiste en un accesorio fabricado para montarse empotrado en la pared de una tina de hidromasaje, tina térmica o alberca portátil con conexión al transformador con cordón y clavija.

Fuentes de aguas termales o tinas térmicas. Una piscina de hidromasajes o bañera para uso recreacional o terapéutico que no esté localizada en instalaciones de atención médica, diseñada para la inmersión de usuarios y que tiene normalmente un filtro, calentador y ventilador o compresor accionados por motor. Estas piscinas se pueden instalar dentro o fuera de un recinto, sobre el piso o sobre una estructura de soporte, o a nivel del piso o en una estructura de soporte

Fuentes decorativas y espejos de agua decorativos instaladas en forma permanente: Las que están construidas en la tierra o sobre ella o en un inmueble de manera que no puedan ser fácilmente desarmadas para ser almacenadas o guardadas, estén o no alimentadas por circuitos eléctricos de cualquier tipo. Estas unidades están construidas principalmente por su valor estético y no para servir de piscina de natación o chapoteadero

Piscina con cubierta, eléctricamente accionada. Equipo accionado con motor, diseñado para cubrir y descubrir la superficie del agua de una piscina por medio de una lámina flexible o una estructura rígida

Piscina de natación desmontable o chapoteadero desmontable. Es una piscina con una longitud máxima de 5.5 m y una altura máxima de muro de 1.0 m y construida de tal manera que pueda ser fácilmente desmontada para ser guardada y vuelta a montar en su forma original. Una alberca del tipo inflable no metálica se considera como una alberca desmontable, sin importar sus dimensiones

Piscina de natación, chapoteadero o tina terapéutica, instalada permanentemente. La que está construida en el piso, sobre el piso o dentro de un inmueble de tal manera que la piscina no pueda fácilmente ser desarmada para almacenamiento, esté o no alimentada por circuitos eléctricos de cualquier tipo

Tina de hidromasaje. Una bañera instalada permanentemente y equipada con un sistema de tubería de recirculación, equipo de bomba y similar, diseñada de manera que pueda circular agua y desaguar después de cada uso

690-2. Definiciones. *(ne)(por orden alfabetico)*

Arreglo: Un ensamble mecánicamente integrado de módulos o paneles con una estructura soporte y cimentación, seguimiento solar, control térmico, y otros componentes, según se requieran para formar una unidad de producción de energía en corriente directa.

Celda Solar Fotovoltaica: El dispositivo fotovoltaico básico que genera electricidad cuando es expuesto a la luz

Circuito de la Fuente Fotovoltaica: Los conductores entre módulos y desde los módulos hasta el(los) punto(s) de conexión común del sistema de corriente directa. Vea el diagrama 690-1.

Circuito de Salida de la Unidad de Acondicionamiento de Potencia : Los conductores entre la unidad de acondicionamiento de energía y la conexión al equipo de acometida o a otra fuente de producción de energía eléctrica tal como la red de la Compañía Eléctrica. Vea el diagrama 690-1

Circuito de Salida Fotovoltaica El circuito de conductores entre el(los) circuito(s) de la fuente fotovoltaica y la unidad de acondicionamiento de potencia o el equipo de utilización de corriente directa. Vea el diagrama 690-1

Controlador de carga: Aparato que controla el régimen y la condición de carga de las baterías, protegiéndolas contra sobrecargas y descargas que excedan sus límites

Diodo de Bloqueo: Un diodo usado para impedir el flujo invertido de corriente en un circuito de generación fotovoltaica

Fuente de Energía Fotovoltaica: Un arreglo o grupo de arreglos, los cuales generan energía en corriente directa a la tensión y corriente del sistema

Módulo: El ensamble completo más pequeño de celdas solares, con su óptica y otros componentes, excluyendo el dispositivo de seguimiento, protegido del medio ambiente, diseñado para generar corriente directa bajo la luz del sol

Panel: Un conjunto de módulos mecánicamente unidos, alambrados y diseñados para manejarse como una unidad para instalarse en campo

Para el propósito de esta definición un subsistema de almacenamiento de energía de un sistema solar fotovoltaico tal como una batería no es otra fuente de producción de potencia eléctrica

Sistema Autónomo: Un sistema solar fotovoltaico que no está conectado a la red eléctrica y abastece energía en forma independiente

Sistema Interactivo: Un sistema solar fotovoltaico que opera en paralelo con y puede ser diseñado para entregar energía a otra fuente de producción de energía eléctrica conectada a la misma carga

Sistema Solar Fotovoltaico: El total de componentes y subsistemas que en combinación convierten la energía solar en energía eléctrica apropiada para la conexión a una carga de utilización

Unidad de Acondicionamiento de Potencia Equipo que es usado para cambiar el nivel de tensión o la forma de onda o ambos de la energía eléctrica. Usualmente una unidad de acondicionamiento de potencia es un inversor que cambia una entrada de corriente directa a una salida de corriente alterna

710-3 Instalaciones cubiertas por otros Artículos

Las disposiciones aplicables a tipos específicos de instalación están comprendidas en los siguientes Artículos

(NE)(se ordeno alfabeticamente)

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

	Artículo
Anuncios eléctricos y alumbrado arquitectónico	600
Apartarrayos	280
Cables y cordones flexibles	400
Capacitores	460
Circuitos alimentadores y derivados exteriores	225
Conductores para instalaciones de uso general	310
Charolas para cables	318
Definiciones	100
Ductos con barras (Electroductos)	364
Luminarias, portalámparas, lámparas y receptáculos	410
Métodos de alambrado	300
Motores, circuitos de motores, y controles	430
Protección contra sobrecorrientes	240
Puesta a tierra	250
Requerimientos para instalaciones eléctricas	110
Resistores y reactores	470
Salidas, contactos, cajas de empalme y jalado, conduletas y accesorios relacionados	370
Servicios (Acometidas)	230
Transformadores y bovedas para transformadores	450

Artículo 904.-(a continuación de Figura 904.3e

-Control *(en)* Se muestra esta sección reescrita para mejor entendimiento

Está definido por el índice específico del luminario. Denominado **SLI**. El índice específico del luminario es parte del índice de deslumbramiento, que está determinado únicamente por las propiedades del luminario

$$SLI = 13.84 - 3.31 \log I_{80} + 1.3 \log (I_{80}/I_{0.5}) - 0.08 \log I_{80}/I_{88} + 1.29 \log F + C$$

Slendo

I₈₀: La intensidad luminosa para un ángulo de elevación de 80°, en un plano paralelo al eje de la visualidad (cd)

I₈₀/I₈₈: Razon entre las intensidades luminosas para 80° y 88° (razon de retroceso)

F: Superficie aparente del area del luminario visto bajo un ángulo de 76° (en m²).

C: Factor cromático dependiendo del tipo de lámpara

- Sodio baja presión + 0.4
- Otros tipos 0

Tabla 2202.3a).-Separación vertical mínima entre conductores, en sus soportes (metros) *(N.I. - Se reformato esta tabla)*

Conductores en niveles inferiores		Lineas aéreas abiertas con tension entre conductores de:			
		Hasta 750 V (1)	Mas de 750 a 8,700 V	Más de 8,700 a 15,000 V	Mas de 15,000 a 50,000 V
De comunicación	En general	1.00	1.00	1.50	1.50
	Utilizados en la construcción de líneas eléctricas aéreas	0.40	0.40	1.00	1.00
	hasta 750 (1)	0.40	0.40	1.00	1.00

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Electricos, con tension entre conductores en Volts de	Mas de 750 hasta 8,700		---	0.40	1.00	1.00
	Mas de 8,700 a 15,000	Si se trabaja con linea viva	---	---	1.00	1.00
		Si NO se trabaja con linea viva	---	---	0.40	1.00
	Mas de 15,000 hasta 50,000		---	---	---	1.00

(1) Los valores de esta columna (o renglón) se aplican también a cables aislados de los tipos descritos en la Sección 2201-3, inciso b), así como a conductores neutros conectados efectivamente a tierra, en circuitos hasta de 22 kV a tierra

Tabla 2202.9 e) Separación horizontal mínima entre conductores que limitan el espacio para subir (1)(NE: Tabla reformateada)

Tipo de los conductores que limitan el espacio para subir	Tension de los conductores (1)	Separacion horizontal en cm (4)			
		En estructuras que soporten sólo:		En estructuras que soporten:	
		Conductores de comunicacion	Conductores electricos	Conductores eléctricos arriba de conductores de comunicacion	Conductores de comunicacion arriba de conductores electricos (2)
Conductores de comunicacion	Hasta 150 V	Ningun requisito	--	(3)	Ningun requisito
	Mas de 150 V	Se recomienda 60	--	(3)	Se recomienda 60
Cables electricos aislados de los tipos indicados en la Sección 2201-3 subinciso b 1)	Todas tensiones	--	--	(3)	Ningun requisito
Cables electricos aislados de los tipos indicados en la Sección 2201-3 subinciso b 2) y b 3)	Todas tensiones	--	60	60	75
Conductores electricos de linea abierta y conductores de tipo indicado en la Sección 2201-3 inciso c	Hasta 750 V	--	60	60	75
	750 V a 15 kV	--	75	75	75
	15 kV a 25 kV	--	90	90	90
	25 kV a 35 kV	--	100	100	
	35 kV a 50 kV	--	117	117	
	50 kV a 75 kV	--	140	140	
	Mas de 75 kV	--	Mas de 140		

(1) Todas las tensiones son entre los dos conductores que limitan el espacio para subir, excepto para conductores de comunicacion en los que la tension es a tierra. Cuando los

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

conductores son de diferente circuito, la tensión entre ellos debe ser la suma aritmética de las tensiones de cada conductor. a tierra, para un circuito conectado a tierra, o de fase a fase si se trata de un circuito no conectado a tierra.

(2) Esta posición relativa de líneas no es recomendable y debe evitarse.

(3) El espacio para subir debe ser el mismo que el requerido para los conductores eléctricos colocados inmediatamente arriba, con un máximo de 75 cm.

(4) Para la utilización de estas separaciones, los trabajadores deben tener presentes las normas de operación y seguridad correspondiente a las líneas de que se trate.

Tabla 2402.3 a).-Niveles de iluminación mínimos requeridos

(NE ordenada alfabeticamente)

Tipo de lugar:	Iluminación (Luxes)
Alumbrado de emergencia, en cualquier área	11
Áreas de maniobra.	160
Áreas de tránsito de personal y vehículos.	110
Cuarto de baterías.	110
Frente de tableros de control con instrumentos diversos e interruptores, etc	270
General	22
Parte posterior de los tableros o áreas dentro de tableros "duplex"	55
Pasillos y escaleras (medida al nivel del piso)	55
Pupitres de distribución o de trabajo	270

TABLA MSG.-

Calibres y espesores de lámina de acero

MSG: Son las siglas de Manufactures' Standard Gage for Steel Sheets (EUA) Esta basado en el peso de 41 82 libras (19 01 kg) por pie cuadrado (930 cm²) por pulgada (25 4mm) de espesor

La siguiente tabla esta basada en la Tabla N° 3, del Machinery's Handbook de Oberg, Jones and Horton 8ª Edición 1990, de Industrial Press Inc EUA

Standard Gage N°.	Espesor en pulgadas	Espesor equivalente en mm	Standard Gage N°.	Espesor en pulgadas	Espesor equivalente en mm
3	0.2391	6.073	21	0.0329	0.836
4	0.2242	5.695	22	0.0299	0.759
5	0.2092	5.314	23	0.0269	0.683
6	0.1943	4.935	24	0.0239	0.607
7	0.1793	4.554	25	0.0209	0.531
8	0.1644	4.176	26	0.0179	0.455
9	0.1495	3.797	27	0.0164	0.417
10	0.1345	3.416	28	0.0149	0.378
11	0.1196	3.035	29	0.0135	0.343
12	0.1046	2.657	30	0.0120	0.305
13	0.0897	2.278	31	0.0105	0.267

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

14	0.0747	1.897	32	0.0097	0.246
15	0.0673	1.709	33	0.0090	0.229
16	0.0598	1.519	34	0.0082	0.208
17	0.0538	1.366	35	0.0075	0.190
18	0.0478	1.214	36	0.0067	0.170
19	0.0418	1.062	37	0.0064	0.163
20	0.0359	0.912	38	0.0060	0.152

SINONIMOS

Los sinonimos que se indican a continuación tienen la intención de auxiliar al usuario en la interpretación de la norma, no forman parte de la versión original, pudieran no coincidir con los diccionarios o enciclopedias de la lengua española, pero únicamente para fines de un entendimiento alternativo, consideramos que pueden ser útiles al usuario, tomando en cuenta que tampoco son de aplicación universal, por lo que deberá ser decisión del mismo su utilización. En esta parte se ha incluido también alguna terminología usual en el personal instalador, y se marca entre comillas (" - ") Es evidente que otro auxiliar para el entendimiento formal de la norma son las definiciones que aparecen en el Artículo 100 y al inicio de algunos otros Artículos

"apagador"	interruptor de resorte
"chalupa"	caja de conexión, de registro
"entrada"	acometida
"pastilla"	interruptor automatico
acometida	entrada
alambre	conductor
alberca	piscina
amperaje	corriente
ascensor	elevador
breaker	interruptor automatico
cable	conductor
circuit breaker	interruptor automatico
claro	espacio
conduit	tubo conduit
conexion	union
cubierta	tapa
electroducto	ducto con barras
empalme	union
gabinete	caja
grabado	marcado
izar	levantar
lámpara	luminario luminaria
piscina	alberca
relay	relevador
rele	relevador
relevador	rele
rompecarga	interruptor

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

socketportalámpara
starterarrancador
tapa cubierta
termomagnético interruptor automático
volataje tensión
zapata terminal, conector

INDICE de Materias, Tablas y Figuras para la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1994, Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica.

Este índice no forma parte del texto original de la NOM-001-SEMP-1994. Es una información adicional para facilitar la localización de materias, tablas y figuras en la norma. También puede ser aplicable, con ciertas consideraciones a los ocho primeros Capítulos de Código Nacional Eléctrico de EUA, (*National Electrical Code* -) Código Eléctrico de Costa Rica, Colombia, Venezuela y Puerto Rico.-

Formulado por el Ingeniero Luciano Angel Estevez Tapia. México, D.F.-©Derechos Reservados -1995.

Registro 36104 -

Prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio sin autorización escrita del titular.

National Electrical Code - y *NEC* - son marcas registradas de *National Fire Protection Association*.

CERTIFICADO DE DERECHOS DE AUTOR NO. 36104

(Dar Doble Click para ver Certificado)

INDICE De Materias, Tablas y Figuras para la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1994, Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica. Este índice no forma parte del texto original de la NOM-001-SEMP-1994. Es una información adicional para facilitar la localización de materias, tablas y figuras en la norma. También es aplicable, con ciertas consideraciones, a los ocho primeros Capítulos del Código Nacional Eléctrico de EUA (*National Electrical Code* ®), Código Eléctrico de Costa Rica, Colombia, Venezuela y Puerto Rico . Formulado por el Ingeniero Luciano Angel Estevez Tapia México, D.F.-Derechos Reservados -1995.-Registro 36104 SEP.-Prohibida su Reproducción Total o Parcial por Cualquier Medio sin Autorizacion Previa..del Titular

National Electrical Code ® y NEC ® son marcas registradas de National Fire Protection Association.

Parte 1.- Índice de Materias

A

A la vista de, 100, -422-27; 430-87.-430-102, 455-20, 600-31, 620-51, 800-48

A prueba de,

Ignición de polvo, 100, 502-1

lluvia, 225-22, 300-6, 410-51, 551-78

polvo, 503-3,4,5, 547-5

Aberturas no utilizadas, 370-18

Accesible, fácilmente, 100, 240-24, 430-107, 503-6, 610-31

Accesible.- (aplicado a equipos), 100, 110-31 2c, 280-11

Accesible.- (aplicado a métodos de alambrado), 100, 110-30 1, 333-11, 340-3, 370-72d, 710-24p2

Accesorio, 100, 110-21, 300-16(a), 331-12, 333-9, 334-12, 342-6, 349-18, 350-8, 351-26, 363-13, 365-7, 400-35, 550-9

Accionamiento desde afuera, 230-78

Acometida, 230

Acometida Aérea.- Calibre y capacidad de corriente, 230-23

Acometidas Alcance, 230-1

Acometidas con tensión mayor de 600 V, 230

Conductores de entrada, 230-202

Conductores de acometida, 230-201

Disposiciones generales, 230-201

Dispositivos de sobrecorriente como medios de desconexión, 230-206

Equipos en los secundarios, 230-207

Interruptores, 230-204

Letreros de advertencia, 230-203

Medios de desconexión, 230-205

Requisitos para protección contra sobrecorriente, 230-208

Acometidas en alta tensión, 230-33

Acometidas Subterráneas, Aislamiento, 230-30

Acondicionadores de aire para habitación

Cordones de alimentación, 440-64

Disposiciones generales, 440-60

Medios de desconexión, 440-63

Puesta a tierra, 440-61

Requisitos para circuitos derivados, 440-62

Activo (conductor), 100, 200-2,1; 210-10, 215-17, 240-20, 550-5

Acumulador, 480

Aislamiento de baterías mayor de 250 V, 480-6

Aislamiento de baterías no más de 250 V, 480-5

Alcance, 480-1

Definiciones, 480-2

Estantes y charolas, 480-7

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Locales para baterías 480-8
- Puesta a tierra, 480-4
- Agrupamiento de medios de desconexión, 230-72**
- Ahorro de energía en circuitos derivados, 210-11**
- Aislamiento de conductores de entrada de acometida, 230-41**
- Aislamiento o cubierta, 230-22**
- Ajustable (aplicado a interruptor automático), 100, 240-6(b), 430-8.-52, Tabla 430-152, 600-33**
- Ajuste (de un interruptor automático), 100**
- Alambrado soportado por un mensajero, 321**
 - Capacidad de corriente, 321-5
 - Definición, 321-1
 - Empalmes y derivaciones, 321-8
 - Puesta a tierra, 321-7
 - Usos no permitidos, 321-4
 - Usos permitidos, 321-3
- Alambrado de los luminarios**
 - Conductores, 410-24
 - Conductores colgantes para lamparas incandescentes, 410-27
 - Conductores para ciertas condiciones, 410-25
 - Disposiciones Generales, 410-22
 - Polarización de los luminarios, 410-23
 - Protección de los conductores y sus aislamientos, 410-28
- Alambrado provisional, 305**
 - Alcance, 305-1
 - Disposiciones generales, 305-4
 - Guardas de proteccion 305-7
 - Limitaciones de tiempo, 305-3
 - Puesta a tierra, 305-5
- Alambrado soportado por un mensajero, 321**
- Alambrado visible sobre aisladores, 320**
 - Amarres 320-8
 - Conductores 320-5
 - Definicion 320-1
 - Usos permitidos 320-3
- Alambres para aparatos, 402**
 - Alcance 402-1
 - Área de la sección transversal mínima 402-6
 - Capacidad de conducción de corriente 402-5
 - Identificación del conductor puesto a tierra 402-8
 - Marcado 402-9
 - Numero de conductores en un tubo o conduit, 402-7
 - Protección contra sobrecorriente 402-12
 - Tipos aprobados 402-3
 - Usos no permitidos 402-11
 - Usos permitidos 402-10

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Alcance, 100
- Alimentadores, 215
- Alimentadores Aplicación, 215-1
- Alimentadores con neutro común, 215-4
- Altura de conductores y partes vivas de equipo, sobre el suelo, agua y vías ferreas, 2204
 - Aplicación, 2204-1
- Altura de partes vivas no resguardadas, Tabla 110-34 (e)
 - Altura mínima de partes vivas de terminales (metros), Tabla 2305.1 e)
 - Altura sobre el suelo, de partes vivas de equipo instalado en estructuras, Tabla 2204.4
- Alumbrado de emergencia, 514-9
- Alumbrado de guirnalda, 225-6 (b)
- Alumbrado de realce, 100, 220-3, 250-97, 600-6.
- Alumbrado especial de emergencia en lugares de concentración pública, 709
- Alumbrado público Disposiciones de carácter general, 901
 - Acomodación, 902
 - Adaptación, 902
 - Coefficiente de luminancia (q) 902
 - Confort visual, 902
 - Criterios de diseño, 901-2
 - Criterios de calidad, 901-3
 - Curva de distribución de intensidad (isocandela), 902
 - Curva fotométrica, 902
 - Curva isolux (iso-iluminación) 902
 - Deslumbramiento cegador, 902
 - debido a un objeto luminoso 902
 - directo, 902
 - incomodo 902
 - indirecto 902
 - perturbador 902
 - por reflexion 902
 - Eficacia luminosa de una fuente 902
 - Factor de balastro 902
 - Factor de mantenimiento 902
 - Factor de uniformidad global de luminancia (UG) 902
 - Factor de uniformidad longitudinal (UL) 902
 - Factor de utilización 902
 - Flujo luminoso 902
 - Iluminancia o iluminación 902
 - índice de rendimiento de color 902
 - Intensidad luminosa 902
 - Lugar geométrico de los puntos de una superficie 902
 - Luminancia en un punto de una superficie) 902
 - Luminancia para alumbrado público 902
 - Luz, 902
 - Objetivos, 901-1

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Potencia de un ensamble (lámpara y accesorios), 902
- Potencia de una lámpara, 902
- Proyector, 902
- Radiación, 902
- Rendimiento normalizado de un luminario, 902
- Temperatura de color, 902
- Tensión nominal de una lámpara, 902
- Uniformidad de iluminancia, 902
- Vida nominal promedio de una lámpara, 902
- Vida útil de una lámpara, 902
- Antenas de televisión comunitarias y sistemas de distribución de radio, 820**
 - Acceso a Equipo Eléctrico Atras de Tableros, 820-5
 - Alcance, 820-1
 - Aplicaciones de Cables CATV Certificados, 820-53
 - Cable coaxial usado para suministrar energía a baja potencia, 820-2
 - Cables coaxiales antes del punto de puesta a tierra, 820-10
 - Conductores Entrando a los Inmuebles, 820-11
 - Definiciones, 820-3
 - Ejecución Mecánica de los Trabajos, 820-6
 - Etiquetas, Marcas e Instalación de Cables Coaxiales, 820-50
 - Instalación Cables y Equipos, 820-52
 - Marcas en Cables, Tabla 820-50**
 - Puesta a Tierra de la Pantalla Conductiva Exterior de un Cable Coaxial, 820-33
 - Puesta a Tierra de Cables, 820-40
 - Puesta a Tierra de Equipos, 820-41
 - Requerimientos de Certificación Adicionales, 820-51
 - Resistencia al Fuego de Cables CATV, 820-49
 - Sustituciones de Cable Coaxial, Tabla 820-53**
 - Uniones y Puesta a Tierra en Casas Móviles, 820-42
- Anuncio luminoso, 100, 600-2 600-3**
- Anuncios luminosos y alumbrado de realce., 600**
 - Anuncios portátiles, 600-9
 - Aplicación, 600-1
 - Circuitos derivados, 600-6
 - Conductores en anuncios y canaletas, 600-23
 - Cubiertas, 600-8
 - Gabinetes utilizados como cajas de paso, 600-3
 - Instalación de conductores, 600-21
 - Instrucciones, 600-4
 - Marcado, 600-7
 - Medios de desconexión, 600-2
 - Portalámparas, 600-22
 - Protección de terminales, 600-24
 - Puesta a tierra, 600-5
 - Separaciones, 600-10
- Anuncios luminosos y alumbrado de realce, mas de 1 000 V Instalación de conductores,**

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- 600-31
- Alumbrado de realce fijo y avisos luminosos de tipo de estructura para uso interior, 600-36
- Anuncios portátiles de tubos de gas para aparadores de uso interior, 600-37
- Interruptores en puerias, 600-35
- Terminales y portaelectrodos de los tubos de descarga eléctrica, 600-34
- Transformadores, 600-32
- Tubos luminosos de descarga eléctrica, 600-33
- Apagador, 410-79**
- Aparadores y vitrinas conectadas con cordón, 410-29**
- Aparatos constituidos por motores y otras cargas, 422-32**
- Aparatos electricos, 422**
 - Alcance 422-1
 - Con cordón y clavija sujetos a inmersión, 422-24
 - Partes vivas, 422-2
- Apartarrayo, 100, 230-32(c), 450, 2103-9.12, 2405-28.29.30.31.32**
- Apartarrayos, 280-1**
 - Cantidad requerida, 280-3
 - Definición, 280-2
 - Disposiciones Generales 280-1
 - en acometidas de manos de 1000 V, 280-21
 - Instalacion, 280-11
 - Ubicacion 280-11
 - Alcance 280-1
- Apéndice, Página 951**
- Apertura simultánea de los polos, 230-74**
- Aplicación, Transitorio 3º**
- Aprobación, 110-2**
- Aprobado, 100, 110-3(b), 110-31, 339-1(a), 349-18**
- Area de la sección transversal mínima de los conductores, 310-5**
- Area de la sección transversal y capacidad de conducción de corriente, 230-31, 42**
- Area de metal requerida en charolas de cables como conductor de puesta a tierra, Tabla 318-7(b)(2)**
- Área sección transversal, 110-6**
- Areas clasificadas como Peligrosas, 500 al 503**
- Areas de audiencia en teatros, cines, estudios de television y similares, 520**
 - Alcance 520-1
 - Metodos de alambrado 520-4
 - Metodos de alambrado Numero de conductores en canalizaciones, 520-5
 - Metodos de alambrado Resguardo de partes vivas 520-6
 - Metodos de alambrado Sistemas de emergencia 520-7
 - Metodos de alambrado Circuitos derivados 520-8
 - Proteccion contra sobrecorriente de generadores de corriente directa 530-63
 - Puesta a tierra en subestaciones 530-66
 - Resguardo y espacio de trabajo 530-64
 - Subestaciones portatiles 530-65

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Subestaciones, 530-61
- Tableros de baja tensión, 530-62
- Áreas de cuidado crítico, 517-19**
- Áreas de cuidado general, 517-18**
- Armadura o cinta metálica de cable de acometida, 250-73**
- Armazones de cocina y de secadoras eléctricas de ropa, 250-60**
- Artículos correlacionados, 410-2**
- Artículos de oficina (relacionado con accesorios de alumbrado y muros prefabricados), 605**
 - Accesorios de alumbrado, 605-5
 - Alcance, 605-1
 - Canalizaciones, 605-3
 - Generalidades, 605-2
 - Interconexiones entre muros, 605-4
 - Muros de tipo fijo, 605-6
 - Muros de tipo no permanente, 605-7
 - Muros del tipo no permanente conectados con cordón y clavija, 605-8
- Ascensores eléctricos, 620-82**
- Ascensores y escaleras mecánicas, 620**
 - Accesorios en las terminales de las canalizaciones, 620-31
 - Aislamiento de conductores, 620-11
 - Alambrado en ascensores y cuartos de máquinas, 620-37
 - Alcance, 620-1
 - Alimentación del alumbrado de la cabina, 620-22
 - Canales auxiliares (alambrado a través de), 620-35
 - Canalizaciones metálicas fijadas a las cabinas, 620-81
 - Conductores del circuito del motor, 620-13
 - Dispositivo limitador de velocidad del grupo motor-generador, 620-92
 - Ducto cuadrado, 620-3
 - Energía desde más de una fuente, 620-52
 - Equipos eléctricos en garajes y locales similares, 620-38
 - Espacio libre o de trabajo alrededor de los tableros de control, 620-72
 - Factor de demanda para alimentadores, 620-15
 - Fuerza de emergencia, 620-101
 - Instalación de cables móviles, 620-44
 - Interruptor de protección contra falla a tierra para el personal, 620-85
 - Limitaciones de tensión, 620-2
 - Lugares (clasificados) peligrosos, 620-42
 - Medios de desconexión de la iluminación del elevador, 620-53
 - Medios de desconexión para calefacción y aire acondicionado, 620-54
 - Medios de desconexión, 620-51
 - Métodos de alambrado, 620-21
 - Montacargas de acera, 620-39
 - Número de conductores en canalizaciones, 620-33
 - Partes vivas encerradas, 620-3
 - Protección contra la sobrevelocidad en ascensores, 620-91

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Protección contra sobrecorriente, 620-61
Resguardo del equipo, 620-71
Sección transversal nominal mínimo de los conductores, 620-12
Sistemas ajustables para variador de velocidad, 620-14
Sistemas de tensión diferentes en canalizaciones o en cables viajeros, 620-36
Soportes, 620-34
Suspensión de cables móviles, 620-41

Ascensores, montaplatos, escaleras mecánicas y pasillos móviles, 620

Askarel-PCB-Policlorodifenilo, 100, 450-25, 502-2(b)2, 2405-5(b)

Automático, arranque, 430-32(c), 430-35(b)

Automático, cierre, 450-45(e)

Automático, interruptor, 100, 230-76(2), 230-78, 230-208, 240-F, 240-8, 380-11, 430-58, 2405-13

Automáticos, controles, 516-4(e)

Autotransformadores

de 600 V o menos, 450-4

para conexión a tierra, 450-5

B

Banco de ductos, 2302-1

Barras principales y conductores, 430-97

Bases y lámparas incandescentes, 410-53

BIBLIOGRAFIA, Apartado 8 (Página 947)

Boquillas, 430-13

Bóveda, 2102

Bovedas de almacenaje de películas de nitrato celulosa, 530-51

Lámparas, 530-51

Motores y otros equipos, 530-52

Bóvedas de transformadores, 450

Abertura de ventilación, 450-45

Almacenamiento dentro de las bóvedas, 450-48

Drenaje, 450-46

Entradas, 450-43

Paredes, techos y piso, 450-42

Tuberías y accesorios de agua, 450-47

Ubicación, 450-41

C

Cable aislado, 2102

Cable con aislamiento mineral y cubierta metálica tipo MI, 330

Cable con armadura metálica tipo MC, 334

Disposiciones Generales, 334-1

Cable con armadura tipo AC, 333

Cable con cubierta no metálica, tipo NM Y NMC, 336

Cable con pantalla y cubierta no metálica tipo SNM, 337

Definición, 337-1

SNM, 337

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Cable de energía y control tipo TC.334

Construcción, 340-3

Definición, 340-1

TC para charolas, 340

Para charolas, 340

Cable de fibra óptica, 770

Aplicaciones y canalizaciones certificadas, 770-53

Acceso a equipo eléctrico detrás de paneles, 770-7

Alcance, 770-1

Certificación, marcado, e instalación, 770-50

Instalación y conductores eléctricos, 770-52

Instalados en charolas, 770-6

Lugares de instalación y otros artículos, 770-2

Marcado del cable, Tabla 770-50

Puesta a tierra de los cables de entrada, 770-33

Requerimientos de aprobación, 770-51

Resistencia al fuego, 770-49

Sistemas de canalizaciones, 770-5

Substitución de cables, Tabla 770-53

Tipos, 770-4

Cable de media tensión tipo MV, 326

Cable multiconductores en superficies externas de edificios, 225-21

Cable para acometida, 100, 230-7, 54(b), 250-55, 53

Subterránea, 250-55

Tipos SE y USE, 338

Cable para calefacción eléctrica de ambiente, 424-34

Cable plano tipo FC.363

Accesorios, 363-13

Aislamiento de los conductores, 363-8

Área de la sección de los conductores, 363-7

Capacidad nominal, 363-16

Definición, 363-1

Derivaciones, 363-10

Empalmes, 363-9

Extensiones, 363-14

Grabado, 363-17

Instalación, 363-5

Número de conductores, 363-6

Soportes para cable, 363-15

Soportes para equipos, 363-12

Terminaciones del cable, 363-11

Usos no permitidos, 363-4

Usos permitidos, 363-3

Cable plano tipo FCC, 325

Aislamiento, 325-34

Alfombras, 325-10

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Altura del sistema, 328-18
- Cajas y receptáculos, 328-36
- Capacidad eléctrica de los circuitos derivados, 328-6
- Conexión a otros sistemas, 328-15
- Conexión de cables y terminales aisladas, 328-11
- Conexiones de envolventes y pantallas, 328-13
- Contactos, 328-14
- Definiciones, 328-2
- Instalación, 328-10
- Intersecciones, 328-17
- Marcado, 328-31
- Modificaciones al sistema, 328-19
- Pantallas, 328-12
- Pantallas, 328-35
- Polarización de conexiones, 328-20
- Resistencia a la corrosión, 328-33
- Usos no permitidos, 328-5
- Usos permitidos, 328-4
- Cable portátil con tensión nominal mayor de 600 V**
 - Accesorios, 400-35
 - Alcance, 400-30
 - Construcción, 400-31
 - Empalmes y terminales, 400-36
 - Pantallas, 400-32
 - Puesta a tierra, 400-33
 - Radio mínimo de curvatura, 400-34
- Cable pre-ensamblado en tubo conduit no metálico, 343**
 - Construcción, 343-13
 - Dobleses, 342-7
 - Empalmes y derivaciones, 343-12
 - Marcado, 343-15
 - Número de dobleces por tramo, 343-11
 - Número máximo de conductores, 343-15
- Cable subterráneo, 2302**
- Cable subterráneo, 2303**
 - Aterrizado e interconectado, 2303-12
 - Cables de comunicación con circuitos especiales de alimentación, 2303-11
 - Cables submarinos, 2303-13
 - Conexión a tierra de las pantallas metálicas, 2303-3
 - Diseño y construcción, 2303-1
 - En registros, pozos y covedas, 2303-9
 - Instalación de cables en canalizaciones subterráneas, 2303-8
 - Pantallas sobre el aislamiento, 2303-2
 - Protección contra fuego, 2303-10
 - Separación entre cables eléctricos y de comunicación en un mismo registro, Tabla 2303 9b 1)

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Tensiones inducidas en la pantalla metálica, 2303-4
Terminales.-Conexión a tierra, 2305-5
Terminales -Empalmes, terminales y accesorios, 2306-1
Terminales -General, 2305-1
Terminales.-Identificación, 2305-3
Terminales.-Separación en gabinetes o bóvedas, 2305-4
Terminales -Soportes, 2305-2
Tipo UF, 339
Uso, 339-3

Cable tipo AC,

Cajas y accesorios, 333-9
Construcción, 333-19
Cruces a través de, o paralelos a, elementos estructurales, 333-10
En tapancos accesibles, 333-12
Instalacion visible 333-11
Soportes, 333-7

Cable tipo MC, 334

Accesorios, 334-12
Aislamiento, 334-21
Capacidad de corriente, 334-13
Cubiertas metálicas, 334-22
Definicion, 334-1
Especificación de construccion, 334-20
Grabado, 334-24
Instalacion, 334-10
Puesta a tierra 334-23
Radios de curvatura 334-11
Usos no permitidos 334-4

Cable tipo MI, 330

A través de vigas, columnas y travesaños, 330-11
Accesorios, 330-14
Aislamiento, 330-21
Cables monoconductores 330-16
Cubierta exterior 330-22definicion 330-1
Dobleces, 330-13
Especificaciones de fabricante 330-20
Lugares húmedos 330-10
Sellado de terminales 330-15
Usos no permitidos 330-4
Usos permitidos 330-3

Cable, tipo NM Y NMC, 336

A través de vigas, columnas y travesaños 336-11
Construccion, 336-25
Definicion, 336-1
En sótanos sin acabado 336-12
Instalaciones a la vista, 336-10

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Marcado, 336-37
- Radios de curvatura, 336-14
- Soportes, 336-15
- Usos no permitidos, 336-4
- Usos permitidos 336-3
- Cable tipo SE y USE, 338**
 - Definición, 338-1
 - Marcado, 338-5
 - Métodos de instalación en interiores 338-4
 - Uso como circuitos derivados 338-3
 - Usos permitidos para acometida, 338-2
- Cable tipo SNM, 337**
 - Construcción, 337-8
 - Manejo, 337-5
 - Marcado, 337-9
 - Puente de unión, 337-7
 - Radio de curvatura 337-4
 - Usos permitidos, 337-3
- Cable tipo TC, 340**
 - Capacidad de corriente, 340-7
 - Doblecés, 340-8
 - Grabado 340-6
 - Usos no permitidos 340-5
 - Usos permitidos 340-4
- Cable tipo UF 339**
 - Capacidad de conducción de corriente, 339-5
 - Protección contra sobrecorriente 339-4
- Cableado en edificios, 225-10**
 - Caja, 100 230-55 240-30 250 300- 320-14 324-13, 328 331-12 333-9 336, 344-3, 347-15 354-13 356-9 358-7 370 373 384-18 427-46 455-10, 520-46 600-3 (Vease "Gabinete")
 - Cajas de conexiones de motores , Tabla 430-10 (b)
 - Cajas de instrumentos y relevadores con tensiones de 1kV o más, 250-124
 - Cajas de registro ovaladas, de paso, de unión y de salida accesibles, 370-29
 - Cajas de registro, 410
 - Cubiertas 410-12
 - Espacio para conductores 410-10
 - De registro ovaladas de paso de unión y de salida accesibles, 370-29
 - Materiales Combustibles 410-13
 - Sistemas de conexiones de luminarios para lámparas de descarga, 410-14
 - Temperatura límite de los conductores 410-11
 - Cajas para instrumentos y relevadores con tensión menores de 1000 V, 250-123
 - Cajas para las terminales de los motores (o convertidor de fases), 430-12
 - Cajas para transformadores de instrumento, 250-122
 - Calculo de circuitos derivados y alimentadores, 220
 - Cargas adicionales en instalaciones existentes 220-35
 - Cargas adicionales en unidades de vivienda ya construidas, 220-3

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Circuitos derivados, 220-3

Factores de demanda para 3 ó más unidades de vivienda familiar, Tabla 220-32

Unidades de vivienda bifamiliares, 220-33

Unidades habitacionales, 220-30

Viviendas multifamiliares, 220-32

Calderas de electrodos mayores de 600 V.

Sistema de suministro de electricidad 710-71

Control para limitar la presión y temperatura, 710-73

Disposiciones generales, 710-70

Puesta a tierra, 710-74

Requisitos para circuitos derivados, 710-72

Calderas del tipo con resistencias

Alcance, 424-70

Control para limitar aumentos de temperatura, 424-73

Control para limitar aumentos de presión, 424-74

Marcado, 424-71

Puesta a tierra, 424-75

Calderas tipo con electrodos

Alcance, 424-80

Control para limitar aumentos de presión, 424-84

Control para limitar aumentos de temperatura, 424-83

Marcado de instalación, 424-81

Marcado, 424-86

Puesta a tierra, 424-85

Requisitos para los circuitos derivados, 424-82

Calefacción por inducción y dieléctrica

Acceso a equipo interno, 665-22

Alcance, 665-1

Capacitores, 665-24

Conexiones a tierra y barreras, 665-26

Cubierta del aplicador de trabajo, 665-25

Definiciones, 665-2

Equipo motor-generador Capacidad de corriente para la fuente, 665-41

Equipo motor-generador Circuito de salida, 665-44

Equipo motor-generador Control remoto, 665-47

Equipo motor-generador Generalidades, 665-40

Equipo motor-generador Protección de sobrecorriente, 665-42

Etiquetas de prevención o señales, 665-23

Gabinetes de control, 665-28

Gabinetes, 665-20

Identificación, 665-27

Medio de desconexión, 665-43

Otros equipos no sean motor-generador

Generalidades, 665-60

Capacidad de corriente, 665-61

Circuito de salida, 665-64

Control remoto, 665-

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Frecuencia de la línea, 665-66
Manipulador, 665-67
Medio de desconexión, 665-63
Protección sobrecorriente, 665-62

Tablero de control, 665-21
Ubicación (clasificada) peligrosa, 665-4

Calefactores eléctricos fijos, 220-15

Calentadores de ducto

Bombas de calefacción y aparatos de aire acondicionado, 424-61
Circulación de aire, 424-59
Disposiciones generales, 424-57
Identificación, 424-58
Instalación, 424-66
Temperatura de admisión elevada, 424-60
Ubicación de los medios de desconexión, 424-65

Calentamiento de superficie

Cajas de paso 426-41
Conductor de capacidad de corriente, 426-40
Conductor sencillo cubierto 426-42
Métodos de desconexión, 426-50
Protección anticorrosiva 426-43
Protección de sobrecorriente 426-52
Protección del equipo, 426-53
Puesta a tierra 426-44
Reguladores, 426-51

Calentamiento por efecto pelicular

Cajas de paso 427-46
Conductor unipolar en una envoltura, 427-47
Puesta a tierra 427-48
Capacidad del conductor 427-45

Calentamiento por impedancia

Corrientes inducidas 427-28
Dimensión del conductor secundario 427-30
Limitación de voltaje 427-26
Limitaciones de tensión 426-31
Protección del personal 426-30
Protección para el personal 427-25
Puesta a tierra 427-29
Transformador de aislamiento 426-32
Transformador de aislamiento 427-27
Puesta a tierra 426-34

Calentamiento por inducción

Alcance 427-35
Corriente inducida 427-37
Protección para el personal 427-36

Calibre de Conductores de Antena Exterior para Estaciones de Aficionados, Tabla 810-52

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Cambio de sección transversal del conductor puesto a tierra, 240-23

Canales auxiliares, 374

- Capacidad de conducción de corriente de los conductores, 374-6
- Construcción e instalación, 374-9
- Empalmes y derivaciones, 374-8
- Número de conductores, 374-5
- Prolongación más allá del equipo, 374-2
- Separaciones de las partes energizadas desnudas, 374-7
- Soportes, 374-3
- Tapas, 374-4
- Uso, 374-1

Canalización o cables para instalación oculta o visible, 300-16

Canalización subterránea, 2302-1

Canalización, 100-

Canalizaciones combinadas, 352-26

Canalizaciones en pisos celulares metálicos, 356

- Área de la sección de los conductores, 356-4
- Cajas de empalme, 356-9
- Conexiones a los gabinetes, 356-11
- Definición, 356-1
- Empalmes y derivaciones, 356-6
- Especificaciones de construcción, 356-12
- Marcadores, 356-8
- Número máximo de conductores, 356-5
- Salidas fuera de servicio, 356-7
- Usos no permitidos, 356-2

Canalizaciones en pisos de concreto celular, 358

- Alcance, 358-1
- Cajas de unión, 358-7
- Colector, 358-5
- Conexiones a gabinetes y a otras cubiertas, 358-6
- Contactos abandonados, 358-13
- Definiciones, 358-2
- Empalmes y derivaciones, 358-12
- Indicadores, 358-8
- Insertos, 358-9
- Número máximo de conductores, 358-11
- Sección o calibre de los conductores, 358-10
- Usos no permitidos, 358-4

Canalizaciones expuestas a diferentes temperaturas, 300-7

Canalizaciones metálicas y no metálicas de superficie, 352

- Calibre de los conductores, 352-3
- Canalizaciones combinadas, 352-6
- Empalmes y derivaciones, 352-7
- Extensiones a través de paredes y pisos, 352-5
- Fabricación, 352-8

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Número de conductores, 352-4
- Uso, 352-1
- Canalizaciones no metálicas de superficie**
 - Calibre de los conductores, 352-24
 - Descripción, 352-21
 - Número de conductores, 352-25
 - Uso, 352-22
- Canalizaciones prealambradas, 365**
 - Accesorios, 365-7
 - Conductores, 365-3
 - Definición, 365-1
 - Marcado, 365-10
 - Protección contra sobrecorriente, 365-5
 - Puesta a tierra, 365-9
 - Soportes y extensiones a través de paredes y pisos, 365-6
 - Terminales de conductores, 365-8
 - Usos, 365-2
- Capacidad de conducción, Conductores, Tablas 310-16 a 310-19**
- Capacidad de conducción de corriente, 310-15**
- Capacidad de conducción de alambres para aparatos, Tabla 402-5**
- Capacidad de corriente, 100, 430-E, 230-23, 240-83, 364-24, 426-40, 430-25, Tabla 430-29, 710-21**
- Capacidad de corriente cables uso extrarudo con temperatura nominal de 75 y 90 °C, Tabla 520-44**
- Capacidad de corriente de cables de 2 000 V o menos en charolas, 318-11**
- Capacidad de corriente de los conductores entre controles y resistencias, Tabla 610-14a**
 - Cable Tipo MV y Tipo MC (2 001 V o mas) en charolas, 318-13
 - Y calibre mínimos, 215-2
- Capacidad del equipo de desconexión, 230-79**
- Capacidad interruptiva, 100, 110-9, 230-90, 240-83(c), 690-17**
- Capacidad nominal**
 - Contactos para diversos circuitos, Tabla 210-21 (b) (3)**
 - e interruptiva, 430-110
 - Interruptores automáticos Disposiciones generales, 430-61
 - Interruptores automáticos Protección del alimentador de motor contra cortocircuito, 430-55
 - normalizadas, 240-6
 - o ajuste para los circuitos de un solo motor, 430-52
 - y uso de los interruptores de resorte con las siglas CO/ALR, 380-14
 - Capacidad o ajuste (carga de motores), 430-62**
- Capacitores, 460**
 - Cubierta y resguardo, 460-2
 - Alcance, 460-1
 - Capacidad nominal, 460-9
 - Conductores, 460-8
 - Descarga de la carga acumulada, 460-6

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Identificación, 460-12
- Mayores de 600 V,
 - Desconexión, 460-24
 - Identificación, 460-26
 - Medios de descarga, 460-28
 - Protección contra sobrecorriente, 460-25
- Puesta a tierra, 460-10
- Características del vehículo para determinar la carga dinámica, Fig 2302.11a)
- Carga continua, 100, 220-3, 384-16(c), 460-24(a)2
- Carga del neutro del alimentador, 220-22
- Carga máxima conectada a contacto por medio de cordón y clavija, Tabla 210-21 (b) (2)
- Cargas de
 - Alumbrado general, Tabla 220-3 (b)
 - de contactos no domésticos, 220-13
 - de una granja - edificios y otras cargas, 220-40
 - de lavanderías y aparatos de bajo consumo en unidades de vivienda, 220-16
 - Máximas, 210-22
 - Mecánicas en líneas aéreas, 220-8
 - no simultáneas, 220-21
 - para aparatos en unidades de vivienda, 220-17
 - Permitidas, 210-23
- Cargas mecánicas en líneas aéreas, 220-8
- Celda. (Referida a canalizaciones), 100, 56-1, 358-2 11, 2404-1(a)2, 2405-36
- Celdas electrolíticas, 668
 - Alcance, 668-1
 - Alimentación de las celdas en serie, 668-11
 - Circuitos alimentadores y tomacorrientes, 668-21
 - Conductores de celdas en serie, 668-12
 - Cubiertas, 668-40
 - Definiciones, 668-2
 - Equipos eléctricos portátiles, 668-20
 - Medios de derivación, 668-14
 - Medios de desconexión, 668-13
 - Puesta a tierra, 668-15
 - Zona de trabajo de las celdas en serie, 668-10
- Centro de control de motores
 - Equipo en la alimentación, 430-95
 - General, 430-92
 - Protección contra sobrecorriente, 430-94
- Certificación aplicable a productos, Transitorio 7º
- Certificado, 100, 310, 324-12, 328, 336, 337-6, 350-8, 351, 362-16, 380-3, 384-9, 400-3, 410, 422-15
- Ciclo de trabajo (para soldadoras), 100, 630-11, 14, 21, 31
- Cierre automático, 450-45(e)
- Circuito
 - alimentador, 100, 110-22, 215-2, 328-13, 430-2, 512-72, 551-73, 2405-1

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

de comunicación, 100.518-4, 520-4 725-5 52, 770-52, 800-11,30(b), 2301-9(a)1, 2303-11(4)

de control remoto, 100, 240-3(l), 430-73.113, 518-4, 520-4, 604-1.6(2), 665-20, 725

de fuerza de baja potencia, 100, 725)

de motor, 100, 240-3(f), 380-7,13(d) 430

de señalización, 100,240,250-43(i);300-17, 340-4(5), 352-6, 362-19, 374-5, 620-2(a), 760, 780-5

derivado, 210

critico 517-33

electrodomésticos-, 100

individual, 100

multiconductor, 100

uso general 100

clavijas y contactos, 210-7

Circuitos de Clase 1

Conductores de circuitos diferentes en el mismo cable, envolvente o canalización, 725-15

Conductores, 725-16

Limitaciones de potencia 725-11

Localización de la protección contra sobrecorriente, 725-13

Método de alambrado, 725-14

Número de conductores en charolas para cables 725-17

Protección contra sobrecorriente 725-12

Protección mecánica, 725-18

Puesta a tierra 725-20

se extienden fuera de un edificio 725-19

Circuitos de Clase 1, Clase 2, y Clase 3, de Señalización 725

Alcance 725-1

Acceso a equipo eléctrico por detrás 725-6

Cables de comunicación, 725-5

Clasificaciones, 725-3

Control de equipos de seguridad 725-4

Ubicaciones y otros Artículos 725-2

Circuitos de Clase 2 y Clase 3

Cables PLTC

Aplicaciones de los cables de Clase 2 Clase 3 y PLTC, 725-53

Requerimientos adicionales de aprobación 725-51

Aprobación, marcado e instalación de los cables 725-50

Conductores de circuitos que se extienden fuera de un edificio 725-42

Instalación de los conductores y el equipo 725-52

Interconexión de fuentes de potencia 725-32

Limitaciones de potencia 725-31

Marcado de los cables Tabla 725-50

Marcado 725-34

Métodos de alambrado en el lado de la fuente de alimentación 725-37

Métodos de alambrado y materiales en el lado de la carga 725-38

Protección contra sobrecorriente 725-35

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Puesta a tierra, 725-43

Resistencia al fuego de los cables entre edificios, 725-49

Substituciones de cables, Tabla 725-53

Ubicación de los dispositivos contra sobrecorriente, 725-36

Circuitos de comunicacion, 800

Acceso a equipo eléctrico localizado atrás de tableros, 800-5

Acometidas subterráneas a edificios, 800-11

Alcance, 800-1

Aplicaciones de cables certificados, 800-53

Cable, 800-2

Cables híbridos para fuerza y comunicaciones, 800-3

Cables y alambres aéreos, 800-10

Conductores de pararrayos, 800-13

Definiciones 800-2

Dispositivos de protección, 800-30

Ejecución mecánica de los trabajos, 800-6

Equipo, 800-4

Etiquetas requeridas, 800-51

Funda, 800-2

Instalación de cables 800-52

Listado, Marcaje e instalación, 800-50

Marcas en los cables, Tabla 800-50

Protectores primarios 800-12

Puesta a tierra de cables 800-33

Puesta a tierra del protector primario en casas móviles, 800-41

Punto de entrada 800-2

Requisitos del protector secundario 800-32

Resistencia al fuego 800-49

Substituciones de Cable, Tabla 800-53

Circuitos de control de motores, 430-71

Circuitos de transformadores de medición, 250-121

Circuitos derivados, 210

Alcance, 210-1

Autotransformadores 210-9

Cables multiconductores 502-16

Dimensionamiento 422-4

Multiconductores 210-4

Protección contra sobrecorriente 422-6

Requeridos 220-4

Tensión superior a 600 V 240-101

Circuitos exteriores derivados

Alcance 225-1

Cálculo de la carga 225-3

Calibre de los conductores 225-5

Calibre mínimo de conductores 225-6

Cubierta del conductor 225-4

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Protección contra sobrecorrientes, 225-9
y alimentadores (índice), 225
y alimentadores), 225

Circuitos que exceden los 300 V, 410-75

Circuitos subterráneos, 225-23

Circuitos Y Equipos Menores De 50 V, 720

Baterías, 720-9

Capacidad de los contactos, 720-6

Conductores, 720-4

Lugares peligrosos, 720-2

Portalámparas 720-5

Protección contra sobrecorriente, 720-8

Puesta a tierra, 45, 720-10

Claro, 2102

Frente a equipos eléctricos., Tabla 110-34(a)

Claros de seguridad, Tabla 110-16 (a)

Clase de construcción, líneas aéreas, Tabla 2209 4

Clase III, Divisiones 1 y 2

Aparatos de alumbrado, 503-9

Bancos de baterías, 503-14

Contactos y clavijas, 503-11

Cordones flexibles, 503-10

Montacargas y equipos eléctricos similares 503-13

Interruptores interruptores en caja moldeada, controladores de motor y fusibles, 503-4

Motores y generadores 503-6

Partes vivas 503-15

Puesta a tierra, 503-16

Sistemas de señalización, alarma control remoto y altavoces de intercomunicación,
503-12

Transformadores de control y resistencias 503-5

Tuberías de ventilación 503-7

Clases de construcción en líneas aéreas, 2209

**Clavija, 100 210-6(a) 250-6 250-59 264-12 400-7(b) 410-29, 422-8, 430-42(c), 440-55(b),
501-3 520-53(k)3 536-18(b) 550-23(g) 551-47(p)1 553-10(10) 605-4(c) 645-5(b)1 680-7),
800-41(b)2**

Clavijas de conexión, 401-24

Cocinas para empotrar, 100 Tabla 220-19 nota 4

Cocheras de servicio, de reparación y almacenamiento, 511

Alcance 511-1

Cableado en lugares Clase I 511-6

Carga de vehículos eléctricos 511-9

Equipos de carga de acumuladores 511-8

Equipos por encima de lugares Clase I 511-7

Instalación y equipos en los lugares Clase I 511-4

Lugares Clase I 511-3

Lugares 511-2

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Sellado, 511-5
- Código de colores para circuitos derivados, 210-5
- Colector, 100,356-1,5, 358-2,-6,-11, 675-2, 675-11(a),(c), 2405-41(f)
- Combinación de interruptor y fusible como controlador, 430-90
- CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES, Apartado 7
- Condiciones corrosivas, 310-9
- Condiciones extremas, 110-11
- Conductor
 - Aislado, 100 200-6, 310-12, 336-25, 517-19(b),160(a)5, 553-8,9
 - Cubierto, 100, 310-2, 2102
 - De aluminio con recubrimiento de cobre, 100
 - De entrada de acometida con la tensión máxima a tierra, 230-56
 - De puesta a tierra,240-22, 2102
 - De instrumentos, 250-125
 - De pararrayos 100
 - De partes metálicas no conductoras ,100
 - De sistema equipos, 250-61
 - Del sistema, 100, 2103-4(a) 12
 - Del electrodo de puesta a tierra,100, 250, 545-12, 800-40, 810-21
 - Derivado (aplicado a línea aérea) 2102
 - Desnudo, 100,250-73 310-12 339-1, Tabla 350-3, 374, 669-7, 710-4,33, 2102, 2201-3,9, 2205
 - Forrado, 2102
 - Neutro, 100, 210-9, 215-7 225-7 230-23 250, 336-16, 338-5, 400-5, 445-5 520-25 551-54, 553-9, 690-62, 2103-3 Tablas 310-16 a 19
 - Para electrodo de puesta a tierra en sistemas de c.a, Tabla 250-94
 - Secundario tabla 430-23 (c)
- Conductores, 110-5, 210-19, Tabla 310-5
 - Activos derivados de sistemas aterrizados, 210-10
 - Activos derivados de sistemas con conexión a tierra, 215-7
 - Activos ubicación, 240-20
 - Capacidad de conducción -Tablas 310-16 a 310-19
 - Cableados, 310-3
 - De acometida 100, 110-30 230, 250 -32,72 338-2, 545-6, 820-10(b)
 - Aerea Calibre y capacidad de corriente, 230-23
 - Aérea 100 230-22,23 24 27 28
 - Subterránea 100 230-31
 - De entrada para acometida sistema aéreo 100, (ver conductores de acometida aérea)
 - De entrada para acometida sistema subterráneo 100
 - De uso general 310-2
 - Del apartarrayos en circuitos de 1 kV y mas 280-23
 - Del circuito derivado
 - Carga combinada 440-34
 - Disposiciones generales 440-31
 - Equipo de varios motores y de cargas combinadas, 440-35
 - Una sola unidad sellada 440-32

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Unidades selladas con cargas adicionales de motores o sin ellas, 440-33
 - Directamente enterrados, 310-7
 - Donde deben colocarse dispositivos que no sean fusibles, 430-37
 - En los que deben colocarse fusibles, 430-36
 - En paralelo, 310-4
 - Individuales que entran en inmuebles o en otras estructuras, 230-52
 - Para instalaciones de uso general, 310
- Conductores.**
 - Puestos a tierra.** 200, 250-91, 430-105
 - Alcance 200-1
 - Disposiciones generales, 200-2
 - Uso de los colores blanco o gris natural, 200-7
 - Identificación de terminales, 200-10
 - Sin empalmes, 230-46
- Conector a presión (sin soldadura), 100 550-10(f)**
- Conexión**
 - A los electrodos 250-115
 - A los terminales 230-81
 - Al sistema puesto a tierra, 200-3
 - De Apartarrayos 280-21
 - De terminal puesta a tierra del contacto a la caja, 250-74
 - Del sistema de equipos a la fuente de energía auxiliar, 517-34
 - Directa al sistema del suministrador, 230-13
 - Efectiva a tierra, 2102
 - En circuitos múltiples 250-62
- Conexiones**
 - De puesta a tierra de los sistemas 250-21
 - Eléctricas 110-14
 - En la mufa de acometida 230-54
- Conjunto**
 - De conductores de entrada de acometida 230-40
 - De salidas múltiples 100 300-15
- Conjuntos para tablero de calefacción**
 - Conexión de conductores de circuitos derivados 424-96
 - Espacio entre conductores en el techo 424-94
 - Instalación en Mampostería o Concreto 424-98
 - Instalación y Cubierta Bajo Piso 424-95
 - Puntas de Conexión 424-97
 - Ubicación de los circuitos derivados en paredes 424-95
- Construcción Cable Tipo FCC, 326-33**
- Construcción y uso de los conductores, 310-13**
- Construcciones agrícolas, 547**
 - Alcance 547-1
 - Equipos de alumbrado 547-7
 - Interruptores, controles de motores y fusibles 547-5
 - Métodos de alambrado 547-4
 - Motores, 547-6

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Otros artículos, 547-2
- Puesta a tierra, unión, y nivel equipotencial , 547-8
- Temperatura superficial, 547-3
- Construcciones flotantes-, 553**
 - Alimentadores, 553-6
 - Aplicabilidad de otras secciones 553-3
 - Conductores de acometida, 553-5
 - Generales, 553-1
 - Instalacion de acometidas y alimentadores, 553-7
 - Localizacion del equipo de acometida, 553-4
 - Neutro aislado, 553-9
 - Puentes de union de partes metalicas, 553-11
 - Puesta a tierra de equipos, 553-10
- Contacto, 100, 110-19, 200-10, 215-9 220 250, 305, 328, 410, 422, 430, 440, 517, 520, 550, 551, 555, 605 (ver toma-corriente)**
- Contacto para**
 - Fuerza, 100
 - Receptáculo 100
 - Para alumbrado 100
- Contactos y clavijas, 210-7**
 - Clase I, Divisiones 1 y 2, 501-12
- Contactos, conectores y clavijas Capacidad nominal minima:, 410-56**
- Continuidad**
 - Del conductor de puesta a tierra de equipos, 250-99
 - Eléctrica de cubiertas y canalizaciones metálicas 300-10
 - Eléctrica y mecánica de conductores, 300-13
 - Fijación del conductor de puesta a tierra, 250-114
- Control del motor como protección contra sobrecarga, 430-39**
- Control y proteccion**
 - Controles 427-56
 - De aparatos electricos Medios de desconexion 422-20
 - Medios de desconexion 427-55
 - Proteccion contra sobrecorriente 427-57
- Controles automáticos.-516-4(e).**
- Controles de motores**
 - Diseño de control 430-82
 - Disposiciones generales 430-81
 - En conductores puestos a tierra 430-85
 - Rangos 430-83
- Controles para motores de compresor**
 - Aplicacion y seleccion 440-52
 - Capacidad nominal 440-41
 - Disposiciones generales 440-51
 - Elementos Termicos de sobrecarga 440-53
 - Motor compresor y equipos en circuitos derivados 15 o 20 A no conectados por cordón y clavija 440-54
 - Motores de compresor y equipos en circuitos derivados de 15 ó 20 A conectados por,

440-55

Convertidores de fases, 455

- Alcance, 455-1
- Arranque, 455-21
- Caja de Conexiones, 455-10
- Capacidad en amperes del Conductor, 455-6
- Capacitores, 455-23
- Conexión de Cargas Monofásicas, 455-9
- Conexiones a Tierra del Equipo, 455-5
- Definición, 455-2
- Identificación, 455-4
- Interrupciones de Energía, 455-22
- Medios de Desconexión, 455-20
- Medios de Desconexión, 455-8
- Otros Artículos, 455-3
- Protección de Sobrecarga, 455-7

Coordinación en un sistema eléctrico, 240-12

Concordancia con normas internacionales, Pagina 947

Cordones flexibles

- Clase I Divisiones 1 y 2 501-11
- Clase II Divisiones 1 y 2 502-12

Cordones y cables flexibles, 400

- Alcance 400-1
- Área de la sección transversal mínima 400-12
- Capacidad de conducción de corriente 400-5
- Empalmes, 400-9
- Espesor de aislamiento nominal 400-21
- Etiquetas 400-20
- Identificación del conductor de puesta a tierra 400-23
- Identificación del conductor neutro 400-22
- Marcado 400-6
- Protección contra Sobrecorriente 400-13
- Protección de daños 400-14
- Tensión de jalado en uniones y terminales 400-10
- Tipos aprobados 400-4
- Uso en aparadores y vitrinas 400-11
- Uso 400-3
- Usos no permitidos 400-8
- Usos permitidos 400-7

Corriente a plena carga de motores

- T trifásicos de corriente alterna Tabla 430 150
- De corriente directa Tabla 430 147
- Monofásicos de corriente alterna Tabla 430 148

Corriente de cortocircuito disponible 230-65

Corriente de selección del circuito derivado para refrigeración y aire acondicionado,
100 440-2

Corriente nominal, 100 220 230-75, 240 354-15, 380-14, 430, 440 450, 460, 530, 630,

2401-5

- Corriente primaria real (Soldadora eléctrica), 100, 630-31(b)
- Corrientes indeseables en los conductores de puesta a tierra, 250-21
- Corrientes inducidas en las cubiertas metálicas o en canalizaciones metálicas, 300-20
- Corrientes inducidas, 426-33
- Cortacircuito térmico, 100
- Cortacorriente en aceite(mas de 600V), 100, 230-208(a)1, 710-21(d)
- Cortacorriente(mas de 600V), 100 230-208(a)1
- Cubierta protectora, 363-20, 363-18
- Cubierta, Véase Resguardado
- Cuidados de la salud, 517
- Cumplimiento que deberan tener los interruptores, 430-108
- Charola, 2308-1, b).
- Charolas en superficies exteriores de edificios, 225-22
- Charolas para cables, 318,2309
 - Definición, 318-2
 - Especificaciones para su construcción, 318-5
 - Instalación, 318-6
 - Puesta a tierra 318-7
 - Usos no permitidos 318-4
 - Usos permitidos, 318-3
- Cubiertas, 2309-5
- General, 2309-1
- Identificación 2309-6
- Instalacion, 2309-4
- Materiales, 2309-2
- Resistencia mecanica 2309-3

D

- Dispositivo de protección contra sobrecorriente del tipo limitador, definicion 240-11
- Definiciones, 100 902 2102
- Demandas nominales para cocinas electricas hornos de pared, y otros, Tabla 220-19
- Deposito ó acumulaciones de polvo, 430-16
- Derecho de via.-2207, 100
- Derivaciones en los alimentadores, 430-28
- Desconectador o interruptor automatico usado como medio de desconexion y como control, 430-111
- Desconectores, 380
 - Acceso y agrupamiento 380-8
 - Alcance 380-1
 - Conexiones 380-2
 - De tiempo intermitentes y dispositivos similares 380-5
 - Espacio para la curvatura de los conductores 380-18
 - Fusibles 380-17
 - Gabinete 380-3
 - Indicadores 380-7
 - Lugares mojados 380-4

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Marcado, 380-15
- Puesta a tierra de los gabinetes, 380-12
- Desconexión, 430-74**
 - De aparatos eléctricos con conexión permanente, 422-21
 - De aparatos eléctricos conectados por medio de cordón y clavija, 422-22
- Descubierto (aplicado a partes vivas). (Véase "accesible" y "oculto").
- Deslumbramiento (brillo), 903-1
- Desvanes y espacios bajo techo sin terminar, 320-15
- Determinación de la corriente nominal de los motores, 430-6**
- Diagramas de los alimentadores, 215-5**
- Dimensionamiento de alimentadores para estudios de televisión, 530-19**
- Dimensiones para circuitos ramales. Sobrecorriente, 427-4**
- Diseño de sistema de tierra, 250-156**
- Disparo Instantáneo (aplicado a interruptor automático), 100**
- Disposiciones de caracter general, 901, 2101**
- Disposiciones para sistemas de alumbrado de lamparas de descarga mas de 1000 v, 410-80**
 - Control 410-81
 - Portalámparas o terminales de lámparas 410-82
 - Rango de los Transformadores 410-83
 - Tipo de transformadores, 410-84
 - Conexiones en el secundario del transformador 410-85
 - Lugares para ubicacion de los transformadores, 410-86
 - Carga de los transformadores 410-87
 - Metodos de alambrado conductores secundarios, 410-88
 - Soportes de las lamparas 410-89
 - Exposicion a daños 410-90
 - Registro 410-91
 - interruptores 410-92
- Disposiciones generales, 210-50, 250-70, 430-21, 31**
- Disposiciones para acondicionadores de aire para habitación**
 - Cordones de alimentación 440-64
 - Disposiciones generales 440-60
 - Medios de desconexión 440-63
 - Puesta a tierra 440-61
 - Requisitos para circuitos derivados 440-62
- Disposiciones para sistemas de alumbrado con lampara de descarga 1 000 V o menos, 410-80**
 - Dispositivo, 100 230-94 240-11 370 373 380-5 430 690-9**
 - de maniobra (mas de 300V) 100
 - de paso regulador (mas de 600 V) 100
 - de proteccion contra sobrecorriente del tipo limitador 100 240-11
 - de salida 210-21
 - de sobrecorriente de acometida bloqueada 230-92
- Distancia a tierra, 225-18**
- Distancia entre soportes de conductores. Tabla 300-19 a)**

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Distancia horizontal de estructuras a vías ferreas, carreteras y aguas navegables, 2206

Aplicación, 2206-1

Aplicación, 2207-1

De conductores al límite del derecho de vía, 2207-2

Derecho de vía, 2207

Distancia horizontal a aguas navegables, 2206-3

Distancias mínimas a vías férreas y carreteras, 2206-2

Distancia Mínima De Seguridad De Frenado, Tabla 905.2

Distancias a edificios para conductores de no más de 600 V, 225-19

Distancias mínimas entre barras y partes metálicas, Tabla 430-97

Distancias mínimas entre fases y a tierra, en conductores desnudos. Tabla 2404.7

Distribución en circuito y programada, 780.

Alcance, 780-1

Cables y conductores 780-6

Control, 780-3

Generales, 780-2

Limitación de potencia en los circuitos de señalización, 780-5

No intercambiabilidad 780-7

Drenaje para canalizaciones, 230-53

Ducto o cubo de ascensor, 100

Ducto, 2302-1

Ductos bajo el piso, 354

Área de la sección transversal de los conductores, 354-4

Cajas de empalme 354-13

Cubiertas, 354-3

Empalmes y derivaciones, 354-6

Insertos 354-14

Marcadores en los extremos 354-9

Número máximo de conductores 354-5

Salidas fuera de servicio 354-7

Tendido de ductos en línea recta 354-8

Uso 354-2

Ductos con barras (electroductos), 364

Alambrado en 600 V o menos 364-30

Alcance, 364-1

Circuitos alimentadores o derivados 364-12

Con ventilación 364-27

Definición, 364-2

Derivaciones 364-8

Extremos 364-7

Interruptores 364-29

Interruptores 364-29

Paso a través de paredes y pisos 364-6

Protección contra sobrecorriente 364-9

Reducción de capacidad, 364-11

Soportes 364-5

Terminales y conexiones 364-28

- Terminales y conexiones, 364-28
- Usados como circuitos derivados, 364-14
- Usos, 364-4
- Ductos con barras tensiones mayores de 600 V Barreras y sellos, 364-25**
 - Drenaje, 364-26
 - Estructuras de soporte y adyacentes, 364-23
 - Neutro, 364-24
 - Puesta a tierra, 364-22
 - Identificación, 364-21
- Ductos metálicos y no metálicos con tapa, 362**
 - Conductores aislados flexionados, 362-6
 - Definición, 362-1
 - Empalmes y derivaciones, 362-7
 - Extensiones a través de paredes, 362-9
 - Extensiones, 362-11
 - Extremos sellados, 362-10
 - Marcado, 362-12
 - Número de conductores, 362-5
 - Puesta a tierra, 362-13
 - Sección o calibre de los conductores, 362-4
 - Soportes, 362-8
 - Uso, 362-2
- Ductos no metálicos**
 - Conductores aislados flexionados, 362-20
 - Definición, 362-14
 - Empalmes y derivaciones, 362-21
 - Extensiones a través de paredes, 362-24
 - Extensiones, 362-26
 - Extremos sellados, 362-25
 - Juntas de expansión, 362-23
 - Marcado, 362-27
 - Número de conductores, 362-19
 - Sección o calibre de los conductores, 362-18
 - Soportes, 362-22
 - Usos no permitidos, 362-16
 - Usos permitidos, 362-15

E

- Ejecución mecánica de la obra, 110-12
- Electrodoméstico, 100
- Electrodos artificiales), 250-83
- Electrodo de puesta a tierra, 250-84, 250-110
 - Electrodos artificiales, 2103-22
 - Electrodos existentes, 2103-21
 - General, 2103-20
 - Medios de Conexión, General, 2103-26
 - Medios de Conexión, Punto de conexión, 2103-27

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Medios de Conexión Superficies de contacto, 2103-28

Resistencia a Tierra, 2103-32

Electroregistro, 100

Elementos de calentamiento por resistencias

Capacidad de flexibilidad, 427-17

Conexiones eléctricas, 427-19

Expansión y contracción, 427-16

Fijación, 427-14

Marcas, 427-20

Protección del equipo, 427-22

Puesta a tierra, 427-21

Sin contacto directo, 427-15

Terminales de conexión de la fuente alimentación, 427-18

Tubería no metálica, 427-23

Elementos de resistencia al calor

Conexión Eléctrica, 426-24

Equipo empotrado de deshielo y derretimiento de nieve, 426-20

Equipo expuesto de deshielo y derretimiento de nieve, 426-21

Instalación de guías anticalentamiento para equipo empotrado, 426-22

Instalación de guías anticalentamiento para equipo expuesto, 426-23

Marcas, 426-25

Protección anticorrosión, 426-26

Puesta a tierra, 426-27

Elevadores, Montaplatos, Escaleras eléctricas, Pasillos móviles, Elevadores para sillas de ruedas y Escaleras eléctricas para las mismas, 620

Empalmes, 110-14 2102.

Empalmes terminales y accesorios para cables, 2306

Encierro para instalaciones eléctricas, 110-31

Energía de más de una fuente, 430-113

Enfriamiento, 110-13

Entrada a lugares húmedos, mojados o con vapores corrosivos, 320-13

Entrada de conductores a registros, cajas de registro ovaladas o accesorios, 370-17

Entrada y acceso a espacio de trabajo, 110-33

Equipo a prueba de explosión, 100 500

Equipo bajo llave, 100

Equipo de acometida, 100 110-16 225-8

Cubierto o resguardado, 230-52

Equipo de Aire Acondicionado y Refrigeración, 440

Equipo de cocina de uso doméstico, 220-20

Equipo de deshielo y derretimiento de nieve conectado con cordón y enchufe, 426-54

Equipo de iluminación a la intemperie en exteriores, 225-7

Equipo de protección contra fallas a tierra, 240-13

Equipo de utilización, 100 210-4 6

Equipo eléctrico fijo para calentamiento de tuberías para líquidos y recipientes, 427, 100, 210-4 6

Alcance, 427-1

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Definiciones, 427-2
- Equipo eléctrico fijo para descongelar y derretir nieve, 426**
 - Alcance, 426-1
 - Aplicación de otros artículos, 426-3
 - Capacidad de conducción del circuito derivado, 426-4
 - Definiciones, 426-2
 - Disposiciones Generales, 426
 - Disposiciones generales, 426-10
 - Identificación, 426-13
 - Instalación, 426-10
 - Permiso especial, 426-14
 - Protección térmica, 426-12
 - Uso, 426-11
- Equipo portátil del escenario**
 - Alambrado de luminarias de repisa, 520-63
 - Adaptadores, 520-69
 - Cajas de contactos portátiles, 520-62
 - Conductores, 520-68
 - Conectores de cable, 520-67
 - Efectos especiales, 520-66
 - Interruptores requeridos, 520-73
 - Luminarias de arco, 520-61
 - Portalámparas colgantes, 520-71
 - Serie portátiles, 520-64
- Equipo subterráneo, 2102-2307**
 - Características, 2307-2
 - Conexión a tierra, 2307-5
 - General, 2307-1
 - Identificación, 2307-6
 - Instalación, 2307-4
 - Localización de estructuras subterráneas, 2307-3
- Equipo, 100**
 - Sumergible, 2102
 - Tipo pedestal, 2102
- Equipos conectados en el lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida, 230-82**
- Equipos conectados por cordón y clavija, 250-59**
- Equipos considerados como efectivamente puestos a tierra, 250-58**
- Equipos de acometida -Medios de desconexión Disposiciones generales, 230-70**
- Equipos de aire acondicionado y de refrigeración, 440**
 - Alcance, 440-1
 - Definiciones, 440-2
 - Disposiciones generales, 440
 - Máquina única, 440-8
 - Motor de potencia nominal más grande, 440-7
 - Otros artículos, 440

Señalización de controles, 440-5

Señalización de motores de compresores herméticos refrigerantes y equipo, 440

Equipos de calefacción

Áreas restringidas, 424-38

Características de identificación, 424-28

Cielos rasos terminados, 424-42

Empalmes, 424-40

Inspección y pruebas, 424-45

Instalaciones de cables para calentadores en cielos rasos, 424-41

Marcado de los cables calentadores, 424-35

Marcado de los elementos calentadores, 424-29

Por inducción y por pérdidas dieléctricas, 424-36

Separación de otros objetos y aberturas, 424-39

Separación del alambrado en cielos rasos, 424-36

Ubicación del alambrado de circuitos derivados y alimentadores en paredes exteriores, 424-37

Equipos de Irrigación eléctricamente controlado, 675

Equipos de medición al límite de propiedad con vista a la calle, 230-67

Equipos de procesamiento de datos, 645

Alcance, 645-1

Cables fuera del área de cómputo, 645-6

Circuitos de alimentación y cables de interconexión, 645-5

Fuentes ininterrumpibles de potencia, 645-11

Medios de desconexión, 645-10

Identificación, 645-16

Penetraciones, 645-7

Puesta a tierra, 645-15

Equipos de radio y televisión

Calibre de los conductores de antena exterior, Tabla 810-16(a)

Alcance, 810-1

Antenas de televisión comunitarias, 810-3

Calibre de los conductores de entrada, 810-17

Claros -Estaciones Receptoras, 810-15

Definiciones Ver Artículo 100, 810-5

Supresores de ruido, 810-4

Circuitos de alimentación eléctrica utilizados como antena, 810-19

Conductores de puesta a tierra, 810-21

Estaciones de Aficionados

Calibre de la Antena, 810-52

Calibre de los Conductores, 810-53

Claros en el Inmueble, 810-54

Conductores de Puesta a Tierra, 810-55

Entrada al Inmueble, 810-55

Protección Contra Contactos Accidentales, 810-56

Unidades de Descarga de Antenas, 810-57

Equipos de radio y televisión, 810

Estaciones transmisoras -Separación de Otros conductores Disposiciones Generales,

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

810-71

Sistemas de Antenas

Material, 810-11

Soportes, 810-12

Puesta a tierra, 810-15

Empalmes, 810-14

Modo de evitar contactos con conductores de otros sistemas, 810-13

Unidades de descarga de antenas, 810-20

Instalaciones interiores -Estaciones transmisoras -Separación de Otros Conductores,

810-70

Equipos de rayos x, 660

Guarda y puesta a tierra Disposiciones generales, 660-47

Transformadores y condensadores

-Condensadores 660-36

Disposiciones generales, 660-35

Alcance 660-1

Calibre mínimo de los conductores, 660-9

Capacidad de los conductores de alimentación, 660-6

Conexion al circuito de alimentacion, 660-4

Control independiente 660-24

Definiciones 660-2

Equipo de laboratorio comercial e industrial, 660-23

Equipo portátil y movable 660-21

Equipos fijos y estacionarios 660-20

Instalacion del equipo 660-10

Lugares (clasificados) peligrosos, 660-3

Medios de desconexion 660-5

Numero de conductores en una canalizacion, 660-8

Terminales de alambrado 660-7

Equipos de transferencia, 230-83

Equipos electricos fijos para calefaccion de ambiente, 424

Alcance 424-1

Circuitos derivados 424-3

Conductores de alimentacion 424-11

Desconector e interruptor del tipo de indicacion 424-21

Disposiciones Generales 424

Dispositivos de interrupcion controlados termicamente, 424-20

Instalacion 424-9

Lugares de instalacion 424-12

Medios de desconexion 424-19

Permiso especial 424-10

Proteccion contra sobrecorriente 424-22

Puesta a tierra 424-14

Separacion de materiales combustibles 424-13

Equipos para operación con corriente directa, 410-74

Escaleras, andadores móviles, rampas para sillas de ruedas, rampas para escalera,
620-84

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Espaciamiento entre conductores soportados en bastidores verticales, 2202-7**
- Espacio de trabajo, 110-16, 230-64**
 - Alrededor de los equipos, 110-32
- Espacio en gabinetes, 373-7**
- Espacio mínimo para acomodo de cables en cajas de conexiones de motores , Tabla 430-10 (b)**
- Espacio mínimo para dobleces de alambres en terminales Sección 373-6(b) (2), Tabla 373-6 (b)**
 - Y anchura mínima de canales para alambrado, Tabla 373 -6 (a)
 - Canales auxiliares laterales y de fondo, 373-9**
 - Especificaciones de fabricación, 373-10
- Espacio para las terminales. Terminales fijas, Tabla 430-12(c)(1)**
- Espacios de trabajo y resguardos, 110-34**
- Espacios libres, 373-11**
- Espacios para cableado en los gabinetes.-control, 430-10**
- Estacionamiento o cochera, 100, 210-6(d), 220-3,225-18, 336-4, 356-3, 511, 551,550,555 709-2, 904-1**
- Estaciones de servicio (Gasolineras), 514**
- Estructura (aplicado a línea aérea), 2102.**
- Estructura de transición, 2102**
- Estructuras de transición de líneas aéreas a cables subterráneos o viceversa, -2304**
- Estudios de Cine, Televisión y Locales Similares, 530**
- Etiquetado,**
 - Definición -100,
 - Electroducto, 230-42 (excep),
 - Protección de circuitos, 550-4
 - Requisitos, 110-3,
 - Viviendas móviles -550-4(d)
- Extensiones bajo el enyesado, 344**
 - Cajas y accesorios 344-3
 - Extensión a otro piso, 344-5
 - Instalación, 344-4
 - Materiales 344-2
 - Uso, 344-1
- Extensiones exteriores descubiertas, 370-22**
- Extensiones no metálicas, 342**
 - Accesorios, 342-6
 - Definición 342-1
 - Empalmes y derivaciones 342-5
 - Usos no permitidos 342-4
 - Usos permitidos 342-3
- F**
- Facilmente accesible, 430-107**
- Factor de capacidad de corriente de los conductores para resistencias de potencia, Tabla 430-29**
- Factor de demanda, 100, 220-17 22 620-15,20 18,20, 30,34,36,40,41, 530-19(a), 550-22,**

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

551-73, 610-14,

Alimentadores a lotes y acometidas para Tabla 551-73

Contactos no domésticos, Tabla 220-13

El alimentador, 430-26

Alimentador para Elevadores, Tabla 620-15

Alimentadores de equipos de cocina en locales distintos a las unidades de vivienda, Tabla 220-20

Alimentadores de cargas de alumbrado, Tabla 220-11

Secadoras de, Tabla 220-18

Etapas para alumbrado, Tabla 530-19(a)

Factores de sobre carga mínimos, clase de construcción de líneas aéreas, Tabla 2209 3

Factores para determinar sección de conductores entre resistencias y control de grúas, Tabla 610-14 b)

Factores que afectan la luminancia externa de un túnel, Figura 905 8

Fijación y soporte, 300-11

Flecha, 2102

Aparente, 2102

Conductor en cualquier punto, 2102

Final, 2102

Final sin carga 2102

Inicial sin carga 2102

Fotométricas. Propiedades de las luminarias - Tabla 904-2

Frente muerto, 100 250-23, 384-18, 530-64 550-6 551-2 45, 665-21

Fuentes de energía eléctrica interconectada, 705

Alcance 705-1

Características de salida, 705-14

Clasificación interruptiva y de tensión soportado 705-16

Definición 705-2

Dispositivo de desconexión, 705-22

Generadores sincrónicos 705-43

Guía 705-10

Interconexiones desbalanceadas 705-42

Medios de desconexión: fuentes 705-20

Medios de desconexión: equipo 705-21

Otros artículos aplicables 705-3

Pérdida de la fuente primaria 705-40

Protección contra falla a tierra 705-32

Protección contra sobrecorriente 705-30

Puesta a tierra 705-50

Punto de conexión 705-12

Fuentes

Aparatos de alumbrado, bombas y otros equipos sumergibles 680-51

Cajas de conexiones u otras cubiertas 680-52

Conexiones 680-53

Disposiciones generales 680-50

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Equipos conectados por cordón y clavija, 680-56

Métodos de puesta a tierra, 680-55

Puesta a tierra, 680-54

Fusible

Clasificación, 240-61

De expulsión(más de 600V), 100

De potencia sellado(más de 600V), 100

De potencia con escape(más de 600V), 100

con escape controlado(más de 600V), 100

(más de 600V) 100, 2405-19(c)

Enchufables Disposiciones generales, 240-50

Enchufables, portafusibles y adaptadores, Disposiciones generales, 240-60

Más de 600V, 100, 710-21(b)7, 2405-16

Múltiple(más de 600V), 100

O interruptores automáticos en paralelo, 240-8

Portafusibles tipo S y adaptadores, 240-54

Tipo S, 240-53

G

Gabinete, 100.

Gabinetes de control Barras colectoras, 384-31

Cubiertas, 384-18

Disposiciones generales 384-13

En lugares con vapores de agua o mojados 384-17

Espacio para la curvatura del alambreado, 384-35

Especificaciones de construcción 384-30

Interruptores de cuchilla, 384-34

Número de dispositivos de sobrecorriente, 384-15

Para circuitos derivados de alumbrado y de aparatos, 384-14

Partes componentes 384-33

Posición relativa de desconectores y fusibles 384-19

Protección contra sobrecorriente 384-16

Protección de los circuitos de instrumentos 384-32

Puesta a tierra 384-20

Separaciones mínimas 384-36

Gabinetes para desconectores o dispositivos

De sobre corriente 373-8

Materiales 373-10

Gabinetes y cajas para enchufe de medidores, 373

Aberturas no utilizadas 373-4

Alcance 373-1

Desviación de los conductores 373-6

Entrada de conductores 373-5

Lugares húmedos y mojados o clasificados peligrosos, 373-2

Posición en las paredes 373-3

Galvanoplastia, 669

Alcance 669-1

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Conductores de circuitos ramales, 669-5
- Disposiciones generales, 669-3
- Medios de desconexión, 669-8
- Métodos de alambrado, 669-6
- Protección contra sobrecorriente, 669-9
- Rótulos de prevención, 669-7
- Gasolinera, Véase "Estaciones de servicio"**
- Generadores, 445**
 - Alcance, 445-1
 - Capacidad de corriente de los conductores, 445-5
 - Identificación, 445-3
 - Monitores, 445-8
 - Protección de las partes vivas, 445-6
 - Resguardos para operadores, 445-7
 - Ubicación, 445-2
- Grabación y reproducción de sonido, 540-50**
- Grabado**
 - Cables tipo FC - 363-17
 - Cables tipo MC, 334-24
 - Cables tipo TC - 340-6
 - Conduit no metálico -351-23 (a) (3)
 - Ductos con barras - 364-15
 - Interruptores automáticos, 240-83 (b)
 - Tubería eléctrica -331-15
- Grabadoras de sonido**
 - Agrupamiento de los conductores, 640-6
 - Baterías, 640-9
 - Circuito de protección contra sobrecorriente, 640-10
 - Conductores, 640-5
 - Cordones flexibles, 640-7
 - Ductos metálicos con tapa y ductos auxiliares, 640-4
 - Lugares (clasificados) peligrosos, 640-12
 - Número de conductores en un conduit, 640-3
 - Protección contra daños materiales, 640-13
 - Terminales, 640-8
 - Tipo de amplificadores y rectificadores, 640-11
- Grabadoras de sonido y equipos similares, 640**
 - Alcance, 640-1
 - Aplicación de otros artículos, 640-2
- Graduación (calibración o ajuste), 100, 240-92, 364-11, 13, 610-41, 675-6**
- Grúas viajeras, 110-19**
- Grúas y Montacargas, 610**
- Grúas y polipastos, 610**
 - Accesorios terminales de cable, 610-12
 - Alcance, 610-1
 - Alimentadores, conductores de la trabe carril, 610-41
 - Capacidad de corriente y sección transversal de los conductores, 610-14

Capacidades de los medios de desconexión, 610-33
Conductores de retorno común, 610-15
Controles separados, 610-51
Espacio libre, 610-57
Factores de demanda, Tabla 610-14 e)
Instalación de los conductores de contacto, 610-21
Interruptores de límite, 610-55
Medio de desconexión de los conductores de la trabe carril, 610-31
Medios de desconexión para grúas y monorriel para polipasto, 610-32
Métodos de alambrado, 610-11
Protección contra sobrecarga del motor y el circuito derivado, 610-43
Protección contra sobrecorriente 610-53
Protección de falla a tierra y corto circuito, 610-42
Puesta a tierra, 610-61
Requisitos particulares para lugares especiales, 610-2
Tipo de conductores 610-13

Guarda, 100

H

Habitaciones de huéspedes, 210-60

Hangares de aviación, 513

Alambrados fuera de lugares Clase I, 513-4
Alambrados y equipos en lugares Clase I, 513-3
Alimentación externa de los circuitos eléctricos de las aeronaves, 513-10
Clasificación de lugares 513-2
Definición, 513-1
Equipos fuera de los lugares Clase I, 513-5
Equipos móviles de mantenimiento con componentes eléctricos, 513-11
Plataforma de descarga o de trabajo 513-6
Puesta a tierra 513-12
Sellado 513-7
Sistemas eléctricos de las aeronaves 513-8
Acumuladores de aeronaves 513-9

Hermético

A la lluvia 100 300-6 345-9 348-6
Al agua 100 345-7
Al polvo 100 502-10(a)

Horno de pared, Tabla 220-19 nota 4 550-13(b)4 (Vease Cocina para empotrar)

I

Identificación

Alambrado terminales de equipo 250-119
Alambres para aparatos 402-9
Alimentadores, 215-8
Anuncio luminoso 600-7(a)
Bloques terminales 353-20
Bovedas 2305-4

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Cable plano tipo FCC, 328-32
Cable tipo SNM, 337-9
Cables en charolas, 2309-6
Cables en registro, 2303-9(c)
Centro de control de motores, 430-98
Circuito de señalización, 760-4
Circuitos derivados, 210-4 (d), 5
Condensador, 460-12, 26
Conductor a tierra, 363-19
Conductor neutro, 400-222(b)
Conductores de puesta a tierra, 200-1, 6, (except 4), 9, 10, 310-12, 363-19
Conduit metálico, 346-15(c)
Conexiones en tableros, 2405-22
Control para motor, 430-8, 9, 74(b) 98 102, 122
Control para refrigeración 440-5 52(a),(3)
Controles 430-8
Convertidor 455-4
Definición 100
Deshielador 426-13
Dispositivos de interrupción, 710-21(e)(3)
Distribución en circuito 780-3(a)
Ductos con barras 364-21
Empalmes y derivados 374-8
Equipo de calentamiento, 665-27 61
Equipo puesto a tierra, 250-42 (except 4), 363-19, 20
Equipos de calefacción 424-28 58 92(3) 99(a)
Equipos en pozos o en bóvedas 2307-6
Equipos de sub-estaciones 2401-4
Fusibles 240-50(b); 60(c),
Gabinetes 2305-4(
Generadores 445-3
Identificación de bloques terminales 363-19
Interruptores automáticos 240-83
Lámparas de luminario 410-70
Lugares peligrosos 500-3(d) y tabla
Luminarios 410-35
Medios de desconexión, 551-46(a)
Medios de desconexión 110-22
Motor de compresor 440-4
Motores y equipos con varios motores 430-7
Protección de circuitos 550-6
Puesta a tierra conductores 250-19 310-12
Puesta a tierra equipos 250-57 343-19
Receptáculos 410-55(b)
Sistema de iluminación 906
Sistemas de emergencia 700-9
Sistemas intrínsecos 504-10(a)
Sistemas solares 697 51
Soportes 2305-3

Tablero de control, 675-6
Tapas de registro, 2302-14
Transformador, 450-11
Tuberías y recipientes, 427-13, 20

Iluminación

General, 220-11
Escaparates o aparadores, 220-12

Impedancia del circuito, 110-10, 240-83 (c)

Indicación de la posición, 230-77

Indicadores de posición, 430-104

Inmueble, 100, 110-10, 240-83 (c)

Inmuebles prefabricados, 545

Alcance, 545-1
Cajas, 545-9
Conductores de entrada de acometida, 545-5
Contactos e interruptores en caja propia, 545-10
Definiciones, 545-3
Instalación de los conductores de acometida, 545-6
Interconexión de componentes, 545-12
Métodos de alambrado, 545-4
Otras secciones aplicables, 545-2
Protección de conductores y equipos, 545-8
Ubicación del equipo de acometida, 545-7
Unión y conexión a tierra, 545-11

Instalación

Aparatos de calefacción tipo industrial de lámparas infrarrojas, 422-15
Cables, 318-8
Calentadores de agua, 422-14
Calentadores por inmersión conectados por medio de cordón y clavija, 422-9
Conductores de puesta a tierra, 250-92
Cordones flexibles, 422-8
Hornos de pared y muebles de cocina, 422-17
Interruptores de resorte, 380-10
Planchas eléctricas, 422-13
Protección de los materiales combustibles, 422-10
Puesta a tierra, 422-13
Registros y accesorios en paredes o techos, 370-20
Señalización para aparatos calentados eléctricamente, 422-12
Soporte para ventiladores de cielo raso, 422-18
Soportes para aparatos conectados por medio de cordón y clavija, 422-11
Soportes, 230-51
Terminales para cables que no se calientan -terminal libre en la caja, 424-43

Instalación equipo eléctrico en subestaciones, 2405

Ajuste de la protección contra sobrecorriente, 2405-7
Conexión a tierra de partes metálicas de transformadores, 2405-6
Medio aislante, 2405-5
Protección circuitos secundarios de transformadores para instrumentos, 2405-3

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Transformadores de potencia y distribución 2405-4
- Transformadores de corriente, 2405-1
- Transformadores de potencial, 2405-2
- Instalación y equipo**
 - Dentro de áreas Clase I, 514-3
 - encima de lugares Clase I, 514-4
- Instalación y uso de los equipos, 110-3**
- Instalaciones con tensiones mayores de 600 V, 710**
 - Alcance, 710-1
 - Claro mínimo a partes vivas, Tabla 710-33
 - Conductores de los circuitos, 710-32
 - Definición, 710-2
 - Dispositivos de interrupción de circuitos, 710-21
 - Ensamblajes para control industrial e interruptores de potencia en gabinetes metálicos, 710-24
 - Envolventes para instalaciones electricas Véase la Sección 110-31 710-31
 - Equipo móvil y portátil**
 - Cables alimentación principal, 710-46
 - Anillos colectores, 710-44
 - Conexiones con cables de energía, 710-45
 - Disposiciones generales 710-41
 - Envolventes, 710-43
 - Protección contra sobrecorriente 710-42
 - Espacio de trabajo y sus guardas Véase la Sección 110-34, 710-34
 - Medios de aislamiento 710-22
 - Metodos de alambrado 710-4
 - Otros artículos aplicables 710-3
 - Pantallas sobre aislamiento, 710-5
 - Profundidad mínima de enterrado Tabla 710-4(B)
 - Protección equipo de acometida interruptores en gabinete y tableros de control industrial, 710-8
 - Protección mecánica o contra la humedad de cables con cubierta metálica 710-7
 - Puesta-a tierra 710-6
 - Puesta a tierra, 710-47
 - Reguladores de tensión 710-23
- Instalaciones,**
 - Cables para calentadores en pisos de concreto 424-44
 - Canalizaciones 300-18
 - Rayos X, 517-71 a 78
 - Uso general Alcance 310-1
 - Disposiciones generales 427-10
 - Ductos, cámaras de aire y en otros espacios de circulación de aire 300-22
- En Lugares de cuidados de la salud 517**
 - Alambrado y protección, 517-10
 - Alcance 517-1
 - Áreas de Cuidado Crítico, 517-19
 - Conexión a tierra de contactos y equipos eléctricos fijos, 517-13

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Contactos con terminal de tierra tierra aislada, 517-16
- Criterios generales de instalación y construcción, 517-11
- Definiciones, 517-3
 - General, 517-18
 - General, 517-2
 - Locales Húmedos, 517-20
 - Métodos de alambrado, 517-12
 - Proteccion contra fallas a tierra , 517-17
 - Puenteado de tableros de distribución, 517-14
- Instalaciones en lugares mojados, 310-8**
- Instalaciones en tuneles, 2308**
 - General, 2308-1
 - Protección a las instalaciones, 2308-3
 - Protección a las personas, 2308-2
- Instalaciones en tuneles mayores de 600 V**
 - Disposiciones generales, 710-51
 - Conductores 710-53
 - Controles de sistemas de ventilacion, 710-57
 - Gabinetes, 710-59
 - Interconexiones y conductor de puesta a tierra de equipos, 710-54
 - Medios de desconexion, 710-58
 - Partes energizadas, 710-56
 - Protección contra sobrecorriente, 710-52
 - Puesta a tierra, 710-60
 - Transformadores interruptores y equipos electricos 710-55
- Instalaciones Identificación, 427-13**
- Instalaciones ocultas sobre aisladores, 324**
 - Alambres de tiro 324-7
 - Cajas 324-13
 - Capacidad de conducción de corriente 326-6
 - Conductores, 324-5
 - Construccion 326-5
 - Definicion, 324-1 326-1
 - Empalmes 324-12
 - Interruptores, 324-14
 - Pasos a traves de paredes pisos, elementos de madera, etc. 324-9
 - Separaciones entre conductores 324-8
 - Soportes de conductores 324-6
 - Usos no permitidos, 324-4 326-4
 - Usos permitidos 324-3 326-3
- Instalaciones Proteccion térmica, 427-12**
- Integridad del aislamiento, 110-7 250**
- Interconexión en circuitos de 1 kV y más, 280-24**
- Interruptor, 320-16**
 - Accionados manualmente o electricamente 230-76
 - Automático, 100 230 240 250 380, 422-21 430-111,125, 514-5, 2405-12

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Funcionamiento no alterable, 240-82
Marcado, 240-83
Señalamiento, 240-81
Utilizados como desconectores, 380-11
Funcionamiento, 240-80

Contra fallas a tierra (ICFT), para protección de las personas 100, 210-8, 600-11, 680
De acometida como medio de desconexión, 430-106
De circuito de motor, 100

De cuchilla para 600 V, 380-16
De resorte de uso general para corriente alterna y corriente continua 100, 380-14(b)
De seguridad.- 550-6(a) 51,53(b),76
De uso general para corriente alterna, 100 380-14(a)
De uso general, 100, 430-83(a),-109
En aceite(más de 600V), 100, 710-218a)3, 2405-11
Integrados al aparato eléctrico como 422-25
Mayor de 600 V 100,2204-4, 2304,2307,2402 2405

Automático

Rompecarga(mas de 600V), 100
Separador 100
Termomagnético 430-11

Interruptores deben ser indicadores, 422-26

Introducción, 90

L

Lámparas

de arco 410-55
de descarga eléctrica Equipos auxiliares para 410-54
luminarios y equipos portátiles 410-42

Letras de código a rotor bloqueado, Tabla 430-7 (b)

Limitación por temperatura de los conductores, 310-10

Limitaciones de velocidad, 430-89

Línea aérea, 2102

Línea abierta, 2102

Línea de suministro eléctrico, 2102

Línea en conflicto, 2102

Línea subterránea, 2102

Líneas aéreas -

Aisladores 2201-6

Aplicación 2201-1

Árboles próximos a conductores 2201-5

Arreglo de conductores 2201-4

Cálculo de cargas mecánicas 2205-3

Capacidad de corriente de conductores desnudos, 2201-9

Capacidad máxima de corriente en conductores desnudos de cobre aluminio y ACSR ,

Tabla 2201-9

Cargas mecánicas -General 2208-1

Cargas en las estructuras y en sus soportes 2208-6

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Cargas en los cables, 2208-5
- Clases de construcción Clasificación, 2209-2
- Clases de construcción General, 2209-1
- Clases de construcción Requisitos de materiales y componentes, 2209-3
- Clases de construcción, 2209
- Condiciones meteorológicas, representativas de cada zona de carga, Tabla 2208.3
- Conexión a tierra de circuitos, estructuras y equipo, 2201-8
- Consideraciones sobre la separación de conductores, 2201-3
- Equipo eléctrico conectado a las líneas, 2201-7
- Factor de incremento de presión de viento, Tabla 2208-4a)
- Posición relativa, 2201-2
- Presión de viento, 2208-4
- Presiones de viento para las diferentes zonas de carga mecánica, Tabla 2208.4
- Requisitos generales, 2201
- Retenidas General, 2210-1
- Retenidas Aisladores para retenidas, 2210-2
- Zonas de cargas mecánicas, 2208-2
- Líneas eléctricas,**
 - Aspectos no cubiertos por las normas, 2101-2
 - Instalaciones de emergencia, 2101-5
 - Instalaciones existentes, 2101-4
 - Instalaciones nuevas, 2101-3
 - Instalaciones temporales, 2101-6
 - Materiales y equipos, 2101-7
 - Objeto y campo de aplicación, 2101-1
- Líneas subterráneas**
 - Acceso a pozos y bóvedas, 2302-13
 - Alcance, 2301-2
 - Artículos de referencia, 2301-3
 - Campo de aplicación, 2301-1
 - Conexión a tierra de circuitos y equipos, 2301-8
 - Dimensiones, 2302-12
 - Ductos, uniones, 2302-6
 - Excavación y material de relleno, 2302-5
 - Inspección y pruebas de líneas y equipos, 2301-6
 - Instalación y mantenimiento, 2301-4
 - Localización y accesibilidad, 2301-5
 - Obra civil**
 - Definiciones, 2302-1
 - Profundidad, 2302-3
 - Trayectoria, 2302-2
 - Profundidad mínima de los ductos o bancos de ductos, Tabla 2302-3
 - Protección en áreas de trabajo, 2301-7
 - Puertas de acceso a túneles y bóvedas, 2302-15
 - Registros, pozos de visita y Bóvedas, 2302-10
 - Requisitos de protección de circuitos de comunicación, 2301-9
 - Resistencia mecánica, 2302-11

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Separación de otras instalaciones subterráneas, 2302-4
- Tapas, 2302-14
- Tensiones inducidas, 2301-10
- Líquido volátil inflamable, 100**
- Locales y espacios para subestaciones, 2402**
- Localización, 430-102**
 - Crucetas y espacios para trabajar, Figura 2202 10d
 - De lámparas de intemperie, 225-25
 - De los motores, 430-14
- Longitud adicional de conductores en cajas de empalme, 300-14**
- Longitud del claro, 2102**
- Lugar húmedo, 100**
- Lugar mojado, 100, 517-60**
- Lugar seco, 100, 342-3(b)**
- Lugares Clase I, 501**
 - Aislamiento de los conductores, 501-13
 - Aparatos de alumbrado, 501-9
 - Circuitos derivados con multiconductores, 501-18
 - Disposiciones generales, 501-1
 - Equipos de utilización, 501-10
 - Estaciones de servicio y autoconsumo, Tabla 514-2
- Lugares Clase I**
 - Interruptores en caja moldeada, controladores de motores y fusibles, 501-6
 - Medidores, Instrumentos y Relevadores, 501-3
 - Métodos de instalación, 501-4
 - Motores y generadores, 501-8
 - Partes vivas, Clase I, Divisiones 1 y 2, 501-15
 - plantas de almacenamiento general, Tabla 515-2
 - Puesta a tierra, Clase I, Divisiones 1 y 2, 501-16
 - Sellado y drenado, 501-5
 - Sistemas de señalización, control remoto y comunicaciones, 501-14
 - Supresores de pico de tensión, 501-17
 - Transformadores y capacitores, 501-2
 - Transformadores y resistencias de Control, 501-7
- Lugares Clase II, 500-6 502**
 - Aparatos de alumbrado, 502-11
 - Contactos y clavijas, 502-13
 - Disposiciones generales, 502-1
 - Equipos de utilización, 502-10
 - Interruptores en caja moldeada, controladores de motor y fusibles, 502-6
 - Motores y generadores, 502-8
 - Sellado, 502-5
 - Sistemas de señalización, control remoto y comunicación, 502-14
 - Transformadores de control y resistencias, 502-7
 - Transformadores y Capacitores, 502-2
 - Tubería de ventilación, 502-9

Lugares Clase III, 500-7, 503

Generales, 503-1

Métodos de instalación, 503-3

Lugares clasificados como peligrosos, 100, 330-3, 4, 339-3, 356-3, 362-16, 363-4, 500, 517-60(a)1, 63.

Alcance, 500-1

Específicos, 510

Específicos Alcance, 510-1

Específicos Generales, 510-2

Locales específicos, 500-4

Lugares Clase I, 500-5

Precauciones especiales, 500-3

Ubicación y requisitos generales, 500-2

Lugares de anestesia, 100, 430-5, 517

Lugares de concentración pública, 518

Alcance, 518-1

Alumbrado especial de emergencia, 709-1

Clasificación general, 518-2

Fuentes propias de energía, 709-2

Métodos de alumbrado, 518-4

Otros artículos, 518-3

Prescripciones de carácter general, 709-3

Suministro, 518-5

Lugares de cuidados de la salud, 517

Lugares húmedos o mojados, 240-32

Luminarios

Autotransformadores, 410-78

Alcance, 410-1

Apagadores, 410-79

Aparatos ubicados cerca de materiales combustibles, 410-5

Conectores del cable de alimentación, 410-44

Construcción

Diseño y materiales, 410-36

Identificación de los luminarios, 410-35

Pantallas y cubiertas combustibles, 410-34

Resistencia mecánica, 410-38

Del tipo de empotrar

Cableado, 410-67

Carcasas, cubiertas o envolventes, 410-69

Espaciamiento e instalación, 410-66

Portalamparas, 410-72

Previsiones especiales para, 410-64

Registro del tipo de lámpara (watts) del luminario, 410-70

Luminarios

Del tipo de empotrar

Soldadura no permitida, 410-71

Temperatura, 410-68

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Temperaturas, 410-65

Dispositivos conductores de puesta a tierra, 410-20

En aparadores y vitrinás, 410-7

En guardarropas (closets), 410-8

Luminarios

Equipo de alumbrado, portalamparas, lamparas y receptaculos, 410

Equipo de alumbrado, 410

Equipos para más de 150 V con respecto a tierra, 410-19

Espacio para alambrado, 410-39

No metálicos, 410-37

Partes expuestas, 410-18

Partes vivas, 410-3, 46

Pruebas, 410-45

Sistemas de puesta a tierra, 410-17

Soportes, 410-15

Ubicados sobre material combustible, 410-6

Y equipos de alumbrado empleados como canalizaciones, 410-31

Y equipos en lugares específicos, 410-4

Y portalamparas con cordón para conexión, 410-30

Luz y fuerza tomadas de conductores de contacto para grúas viajeras, 110-19

M

Maquinaria Industrial, 670

Alcance, 670-1

Conductores alimentadores y protección, 670-4

Datos de placa de características de la maquinaria, 670-3

Definición, 670-2

Espacios libres, 670-5

Maquinas de riego operadas electricamente, 675

Alcance, 675-1

Cables de riego, 675-4

Conductores de circuitos derivados, 675-9

Conexión a tierra, 675-14

Conexiones, 675-17

Generalidades, 675-21

Más de tres conductores en un ducto o cable, 675-5

Métodos de puesta a tierra, 675-13

Protección contra descargas atmosféricas, 675-15

Puesta a tierra, 675-11

Suministro de más de una fuente, 675-16

Valores de corriente, 675-22

Valores equivalentes de corriente, 675-7

Varios motores en un circuito derivado, 675-10

Marcación

Puesta a tierra, 250-57 (b) excepto 1 y 4

Tubo rígido no metálico, 347-17

Acometida de vivienda móvil, 550-23(g)

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Suministro de energía, 550-5 (e)
Celdas electrolíticas, equipos portátiles, 668-20(c)
Marcado, 100, 110-21
 (b),22(b),(f)
 A prueba de lluvia, 300-6
 Acometidas, 230-71(b)
 Alambres para aparatos, 402-9
 Anuncios luminosos, 600-7, 14, 24, 34
 Aparatos de alumbrado clase II
 Aparatos electricos 422-31
 Areas de audicion, 520-45, 53(m), (p), 62(d)
 Cable tipo AC 333-22
 Cable tipo FCC, 328-31
 Cable tipo NM y NMC, 336-37
 Cable tipo SE y USE 338-5
 Cable tipo SNM, 337-9
 Cable tipo UF, 339-1(b)
 cables clase 2, clase 3, 725-50, Tabla 725-50
 Cables de fibra óptica 770-50
 Cables PLTC , 725-50, Tabla 725-50
 Cables pre-ensamblados 343-16
 Canalizaciones de superficie 352-8
 Canalizaciones en piso celular 356-8
 Celdas electricas, 668-21 (c)
 Circuitos de comunicación 800-30, 50
 Circuitos de control remoto, 725-34 50
 Condiciones extremas 110-11
 Conductores activos, 310-12(c)
 Conductores, general, 310-1
 Conexiones electricas 110-14(c)
 Controles para motores, 430-122
 Cordones y cables flexibles 400-6(a)
 Desconectores, 380-15
 Aparatos de alumbrado Clase II: Division 2, 502-11
 Ducto bajo el piso, 354-9
 Ductos con tapa 362-12, 27
 Equipo de transferencia 701-7
 Equipo para calentadores 427-3 10, 18(b)
 Equipos con cordón y clavija 250-45
 Equipos de aire acondicionado 440-4
 Equipos para calefaccion y calderas 424-11,29, 35, 58, 71, 821, 86
 Equipos para tierra 250-42(f)
 Extensiones no-metalicas 342-8
 Fusibles enchifables 240-50(b)
 Hangares de aviacon 513-10 (b)
 Instalacion en ductos 300-22(c)
 Instalaciones subterranas 200-5(c)
 Interruptores automaticos 240-83
 Locales para subestaciones 2402-5 6(a)

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Lugares clase I, 501-9(b)
- Lugares peligrosos, 500-3 (d), (f)
- Medios de desconexión, 230-205(a)
- Norma de marcado, 110-21, 22
- Pasos vehiculares, 905-31
- Proyectores de cine, 540-21
- Refrigeración 410-35(a), 91
- Registros de salida, 370-16(b), 44
- Sistemas contra incendios, 760-3, 17,
- Sistemas de señalización, 760-3
- Tabla 760-17(b), 22, 28(a), 50
- Tableros de distribución, 384-3(e), (f), 13
- Tubo conduit ligero, 348-22
- Tubo rígido no-metálico, 347-22
- Tubos conduit metálicos, 345-16(c)
- Vehículos de recreo, 551-10(b)(4)
- Viviendas móviles, 550-6(a), 10(j), 24(b)
- Marinas y muelles, 555**
 - Alambrado sobre y bajo aguas navegables, 555-8
 - Alcance 555-1
 - Alimentadores y acometidas, 555-5
 - Aplicabilidad de otros artículos, 555-2
 - Circuitos derivados, 555-4
 - Contactos, 555-3
 - Gasolineras 555-9
 - Métodos de alambrado 555-6
 - Puesta a tierra, 555-7
 - Ubicación del equipo de acometida 555-10
- Maximo rango del dispositivo de sobrecorriente, Tabla 430 72(b)**
- Máximo rango o ajuste del dispositivo de protección, Tabla 430-152**
- Medidas mínimas cajas terminales para empalmes y conexiones de motores, Tabla 430-12 (b)**
- Medio de desconexión principal, 575-8**
- Medios de conexión, 2103-11**
- Medios de desconexión, 100, 110-22 225-8 240, 250 305, 364-12, 422, 424 , 430, 440, 550 551, 620, 645, 660 690 700, 705, 710 2405-12**
 - De los circuitos, 514-5
 - Capacidad nominal y capacidad de interrupción 440-12
 - Disposiciones generales 440-11
 - Equipos conectados con cordón 440-13
 - Generalidades 430-131
 - Más de 600V 100
 - Para aparatos eléctricos accionados por motor 422-27
 - Para fusibles 240-40
 - Ubicación, 440-14
- Medios de fijación, 230-27**
 - A edificios 225-17

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Medios de identificación del conductor puestos a tierra, 200-6**
 - De mayor tensión con respecto a tierra, 215-8
- Medios de puesta a tierra para alimentador, 215-6**
- Mesas de presentación, corte y montaje, 530-51**
- Método de Puesta a Tierra, 430-145**
- Método de Puesta a Tierra para Aparatos de Comunicación, 2103-36**
- Método opcional, 220-34**
 - Factor de demanda para conductores de acometida restaurantes, Tabla 220-36
- Método**
 - Para calcular la carga total de la granja, Tabla 220-41
 - Puentado de los equipos de acometida, 250-72
- Métodos de alambrado, 110-8**
- Métodos de instalación, 300**
 - Alcance, 300-1
 - Conductores, 300-3
 - Limitaciones, 300-2
 - Para tensión nominal 600 V o menos 230-43
 - Subterránea, 300-5
- Metodos de prueba**
 - Resistencia de aislamiento, 5-1
 - Resistencia de tierra, 5-2
- Metodos de puesta a tierra, 2103**
 - Cables mensajeros y retenidas, 2103-4
 - Capacidad de corriente y resistencia mecánica 2103-12
 - Cercas metálicas, 2103-6
 - Composición de los conductores 2103-9
 - Conductor común, canalizaciones metálicas y equipo, 2103-15
 - Corriente en el conductor 2103-5
 - Desconexión del conductor 2103-10
 - Guardas y protección 2103-13
 - Objeto y campo de aplicación 2103-1
 - Separación de conductores de puesta a tierra 2103-16
 - Sistemas de corriente alterna 2103-3
 - Sistemas de corriente directa 2103-2
 - Sistemas subterráneos 2103-14
- Métodos para calcular cargas de una granja, Tabla 220-40**
 - Montaje, 110-13**
 - De soportes de conductores 320-7
 - De luminarios 410-76
 - Y enfriamiento de los equipos 110-13
 - Motor de mayor o menor potencia, 430-17**
 - Motores, 220-14**
 - Con capacitores 430-27
 - Con un solo medio de desconexión 430-112
 - Corriente continua a tensión constante resistencia de potencia 430-29

- Selección de conductores, Tabla 430-22(a)
- Servicio continuo, 430-32
- Velocidad regulable, 430-88
- En circuitos derivados de uso general, 430-42
- Circuitos de motores y sus controles, 430**
 - Alcance, 430-1
 - Motores de devanado partido, 430-3
 - Sistema de velocidad variable, 430-2

Multicontacto, 353

- Metálico a través de tabiques secos 353-3
- Uso, 353-2

N

Niveles De Diseño De Iluminancia Para Instalaciones Con Superpostes, Tabla 904.6 1

Niveles de luminancia e iluminancia, 903

Recomendados Para Circulacion De Peatones'en Lux, Tabla 904.6 2

No automático, 100, (véase "Automático"), 430-32(b), 35(a)

No-aplicación, TRANSITORIO 4º

Normatividad prevalente, TRANSITORIO 6º

Número de acometidas, 230-2

Número de cables

- Monoconductores de 2 000 V, o menos, en charolas, 318-10
- Tipo MV y MC (2 001 V o mas) en charolas 318-12

Número de conductores

- Abiertos por el dispositivo de sobrecarga 430-38
- En el tubo conduit 345-7 346-6

Número de motores servidos por cada control, 430-87

Número máximo de conductores en un tubo conduit metálico flexible, Tabla 350-3

Número y calibre de conductores en canalizaciones, 300-17

Números de identificación, Tabla 500-3(d)

O

Obra civil para instalaciones subterráneas, 2302

Oculto.-100, , (Vease "Accesible aplicado a los metodos de alambrado")

Ocupación máxima permisible para cables multiconductores de 0 a 2 000 V en charolas,
Tabla 316-9

Operable desde fuera, 100

Operacion, 430-103

Organos tubulares, 650

- Alcance, 650-1
- Conductores 650-5
- Fuente de energia 650-3
- Instalacion de conductores 650-6
- Otros articulos 650-2
- Proteccion contra sobrecorriente 650-7
- Puesta a tierra 650-4

Otros conductores ajenos a la acometida, 230-7

P

- P**
 - P**áneos diseñados para permitir acceso, 300-23
 - P**aradas programadas, 430-44
 - P**arrillas eléctricas y otros aparatos para cocinar de tipo doméstico, 220-19
 - P**artes de movimiento repentino en las que se producen arcos, 240-41
 - P**artes que producen arcos eléctricos, 110-18
 - P**artes vivas, Clase II, Divisiones 1 y 2, 502-15
 - P**aso de la acometida a un inmueble, 230-3
 - P**asos a través de paredes, pisos, estructuras de madera, 320-11
 - P**asos vehiculares, 905
 - Clasificación de túneles, 905-3
 - Consideraciones para el diseño de iluminación, 905-8
 - Definiciones, 905-2
 - Distancia mínima de seguridad de frenado 905-2, 905-2
 - Factores de area de aproximación y entrada de un túnel, 905-6
 - Iluminación diurna 905-2
 - Iluminación nocturna 905-2
 - Introducción, 905-1
 - Optimización de la visibilidad en el interior del tunel, 905-7
 - Optimización de visibilidad en túneles 905-4
 - Portal o entrada, 905-2
 - Recomendaciones de luminancia, Tabla 905.8
 - Reducción de la luminancia externa de adaptación, 905-5
 - Terminos asociados con iluminacion de tuneles, Figura 905.2
 - Zona de acercamiento, 905-2
 - Zona de entrada o umbral, 905-2
 - Zona de transicion 905-2
 - Zona de umbral 905-2
 - Zona interior, 905-2
 - P**érdidas de excitación y pérdidas totales máximas permitidas, Tabla 450 -15 (a)
 - P**ermiso especial, 100 110-16(a) 230-2(ex 3) -42(ex 2) 250-42(ex 2), -45(ex 2), 280-24, 324-3,422-19 430-111 511-3 555-6 600-4
 - P**ersona autorizada, 2102
 - P**ersona idónea, 2102
 - P**ersona idónea o calificada, 100
 - P**iscinas
 - Águas termales y tinas termicas Instalaciones exteriores, 680-40
 - Águas termales y tinas termicas Instalaciones interiores 680-41
 - Águas termales tina termica Proteccion 680-42
 - Terapéuticas instaladas permanentemente 680-61
 - P**iscinas, fuentes y similares, 680
 - Aparatos de alumbrado 680-32
 - Alcance 680-1
 - Aparatos de alumbrado subacuaticos 680-20
 - Aprobación del equipo 680-2

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Bombas, 680-30

Cajas de conexiones para transformadores e interruptores contra fallas a tierra, 680-21

Calefacción en el área del borde, 680-27

Calentadores electricos de agua para piscinas, 680-9

Piscinas, fuentes y similares,

Casa de máquinas y equipos, 680-11

Contactos, aparatos de alumbrado, salidas para alumbrado, 680-6

Cubiertas de piscina accionadas electricamente, 680-26

Definiciones, 680-4

Equipo conectado por clavija y cordón, 680-7

Equipos de sonido subacuáticos, 680-23

Piscinas,

fuentes y similares

Instalacion de alumbrado bajo el piso, 680-10

Interconexiones, 680-22

Métodos de puesta a tierra, 680-25

Necesidades de interruptores contra fallas a tierra, 680-31

Otros articulos aplicables, 680-3

Separacion de conductores aéreos, Excepción No. 1, TABLA 680-8

Separación de conductores aéreos 680-8

Transformadores e interruptores con deteccion de falla a tierra, 680-5

Placa de características, 422-30, 550-6(d)

Plantas de almacenamiento, 515

Definición 515-1

Instalacion subterranea, 515-5

Instalacion y equipo en lugares Clase I, 515-3

Instalacion y equipo sobre lugares Clase I, 515-4

Lugares Clase I 515-2

Puesta a tierra 515-8

Suministro de gasolina 515-7

Polaridad de las conexiones, 200-11

Polaridad en aparatos eléctricos conectados con cordón y clavija, 422-23

Porcentajes de relleno de conductores para conduit o tuberías, Tabla 1 Capítulo 10 -

Porcentaje para la selección de conductores alimentadores a motores que no operen en servicio continuo, Tabla 430-22 (a)

Portafusibles con rosca Edison, 240-52

Portalamparas

Aislamiento 410-50

Alambres conductores 410-51

Con apagador bipolar integrado 410-48

Con interruptor 410-52

De casquillo roscado 410-47

En lugares húmedos o mojados 410-49

Para intemperie 225 24

Posición de los interruptores de cuchilla, 360-6

Proteccion contra líquidos, 430-11

Pozo, 2102

Procesos de acabado, 516

Alcance, 516-1

Clasificación de lugares, 516-2

Equipo manual, rociado electrostático, 516-5

Equipos electrostáticos fijos, 516-4

Instalación y equipo en lugares Clase I, 516-3

Instalación y equipos por encima de lugares Clase I y Clase II, 516-7

Puesta a tierra, 516-8

Revestimiento con polvo, 516-6

Profundidad de los registros de salida, 370-24

Profundidad mínima para sistemas hasta 600 V, Tabla 300-5

Propagación de fuego o de productos de combustión, 300-21

Propiedades fotométricas de las luminarias.- Tabla 904-2

Protección adicional contra sobrecorriente, 240-10

Protección contra daños, 230-32

Físicos, 320-14

Materiales, 300-4

Protección contra la corrosión, 300-6

Protección contra sobrecorriente, 240, 422-28, 450-3, 530-18

A tensión superior a 600 V Alimentadores, 240-100

Alcance, 240-1

Combinada 430-55

Como integrante del medio de desconexión principal, 230-90

Dispositivos térmicos 240-9

Equipos, 240-2

Protección de circuitos específicos, 230-93

Protección de conductores, 240-3

Y de cables expuestos a daños 230-50

Protección de cordones y alambres para artefactos, 240-4

Protección de falla a tierra, 517-17

Para equipos, 100, 215-10, 230-95, 705-39

Para seguridad del personal 305-6

Protección de la fijación, 450-117

Protección de las partes vivas para todas las tensiones.

Disposiciones generales 430-131

Donde se requiere 430-132

Resguardos para operadores 430-133

Protección del circuito derivado, 430-56

Contra circuito corto y falla a tierra

Disposiciones generales 440-21

Aplicación y selección 440-22

Protección del circuito derivado Del motor.

Contra cortocircuitos y fallas de tierra Disposiciones generales 430-51

Equipos con varios motores y cargas combinadas, 430-54

Tamaño de los portafusibles 430-57

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Varios motores o cargas de un circuito derivado, 430-53
- Protección mecánica de conductores**, 225-20
- Protección para las personas contra fallas a tierra**, 215-9
- Protector térmico (referido a motores)**, 100, 430-32(a)2, -125(b), 440-4(a), -52(a)2
- Proyector profesional**, 100, 540-2
 - Certificación, 540-20
 - Conductores para lámparas y equipos calientes, 540-14
 - Cordones flexibles, 540-15
 - Cuartos de proyección obligatorios, 540-10
 - Definición, 540-2
 - Espacio de trabajo, 540-12
 - Localización de equipo eléctrico asociado, 540-11
 - Marcaje, 540-21
 - Tamaño del conductor, 540-13
- Proyector no profesional**, 100, 540-3
 - Certificación, 540-32
 - Cuarto de proyección no obligatorio, 540-31
 - Definición, 540-3
- Proyectores de cine**, 520-2, 540-11, 540-20
 - Alcance, 540-1
 - Generales, 540
- PRUEBAS, METODOS DE** Pagina 943
- Puente de unión (de equipos)**, 100, 230-43, -63, 250-27(e) -71, -72, -74, -75, -80, 384-3, 500-2, 503-16, 517-19, 810-21(j), 2103-36
- Puente de unión (en un circuito)**, 100
 - En lugares (clasificados) peligrosos, 250-78
 - Floja en uniones de canalizaciones metálicas, 250-77
 - Para ductos o gabinetes, 250-75
 - Para tensiones mayores que 250 V, 250-76
 - Principal y del equipo, 250-79
 - Principal, 100, 250-23(exc 5) -53(b), 547-8
- Puenteado**, 100, 240-59(d), 250, 501-16
 - Durante el periodo de arranque, 430-35
 - En sistemas de tubería, 250-80
 - Equipo de acometida, 250-71
- Puesto a tierra**, 200-1, 215-6, 240, 402, 420, 517, 675, 310, 400, 410, 460-27, 502-16, 514-7, 516-3(d), 517-62, 545-12, 660-47, 675-13, 680, 690, 710-54, 725-11, 810-18, 2103, 2201-8
 - Alcance, 250-1
 - Canalizaciones y ductos de acometida, 250-32
 - Circuitos y sistemas corriente alterna, 250-5
 - Circuitos y sistemas eléctricos, 250-3
 - Clase II, Divisiones 1 y 2, 502-16
 - Cubierta metálicas, 300-9
 - Cubiertas de conductores, 250-33
 - De Equipo conectado con cable y clavija, 250-45
 - De los Sistemas de corriente alterna alimentados por una acometida, 250-23
 - De Sistemas de corriente alterna derivados separadamente, 250-25

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Efectivamente(mas de 600V), 100

Equipos fijos conectados por métodos de cableado permanente, 250-43

Puesto a tierra,

Equipos fijos o conectados por métodos de alambrado permanente, 250-42, 250-57

Equipos no eléctricos, 250-44

Gabinetes, 250-32

Escenario, 530

Cajas de contactos, 530-14

Alambrado permanente, 530-11

Alambrado portátil, 530-12

Circuitos derivados, 530-22

Conectores separables unipolares, 530-21

Envolventes y resguardo de partes vivas, 530-15

Guardas para lámparas, 520-72

Lámparas portátiles, 530-16

Luminarias portátiles de arco, 530-17

Vestidores 530-31

Control de efectos y luces del escenario, 530-13

Generadores portátiles y montados sobre vehículos, 250-6

Para todas las tensiones

Controles, 430-144

Disposiciones generales, 430-141

Motores estacionarios, 430-142

Motores portátiles, 430-143

Sistemas que alimentan equipos portátiles o móviles, 250-154

Transformadores de medición, relevadores, etc, 250-121

Sistemas de corriente directa, 250-3

Sistemas y circuitos de tensión de 1 kV o más, 250-150

Con neutro derivado, 250-151

Que alimentan equipos portátiles o móviles, 250-154

Transformadores de medición, relevadores, etc, 250-121

Y puente de unión, 250-63

Punto de fijación, 230-26

Puntos de conexión para sistemas de corriente directa, 250-22

Puntos de fijación a edificios, 225-16

R

Radios de dobleces en tubos conduit (mm) Excepción., Tabla 346-10

Radios mínimos de curvatura para aplicaciones flexibles, Tabla 349-20(a)

Rayos X, 100 -517-3 y 660-2, 517-3 y 660-2

Reactores en Aceite Mayores de 600 v, 470-20

Receptáculo, 100 328-36 410-1 -55 -56

Del tipo puesta a tierra, adaptadores, conectores y clavijas, 410-58

En lugares numerados o mojados, 410-57

Recinto, 100 110-17 240-31 516-3 620-71 2309-1, 2405-40

Recorrido de las conexiones de los apartarrayos, 280-12

Registro, 2102

Registros de paso y unión., 370-28

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Registros de paso y de unión para sistemas mayores de 600 V

Disposiciones generales, 370-70

Requisitos de fabricación y de instalación, 370-72

Tamaño de los registros de paso y de empalme, 370-71

Registros de salida, 370-27

Registros de salida de empalme, 370

Registros de salida de dispositivos, de empalme o de tiro, 370

Alcance, 370-1

Cajas de registro ovaladas de radio corto, 370-5

Lugares húmedos, mojados o clasificados peligrosos, 370-15

Numero de conductores en cajas de registro ovaladas, 370-16

Registros redondos, 370-2

Registros no-metálicos, 370-3

Registros metálicos, 370-4

Registros no metálicos, 370-43

Marcado, 370-44

Registros Metálicos, Tabla 370 16 (a)

Boquillas, 370-42

Cajas de registro ovaladas Especificaciones de fabricación, 370-40

Tapas, 370-41

Registros que contienen dispositivos montados a ras, 370-19

Relevador de sobrecarga, 430-40

Reparación del repello en paredes secas o de plancha de yeso, 370-21

Repetición automática de arranques, 430-43

Reproducción de sonido, 520-3

Requisitos

Para circuitos derivados, 210-24 Tabla 210-24

instalaciones eléctricas, 110

Circuitos derivados

Tensiones nominales mayores de 600 v, 300-31

Resguardado, 100, 110-34, 240-40, 460-2, 530-15, 2404-2

Resguardo de partes vivas,

600 V nominal o menor, 110-17

Distancia mínima entre fases y de fase a tierra, 2404-7

Distancias mínimas a partes vivas descubiertas, Tabla 2404.1a)

Equipo para trabajar en partes vivas, 2404-17

Espacio para trabajar, 2404-15

Protección contra sobrecorriente, 2404-8

Requisitos generales, 2404-1

Resguardo de conductores y barras, 2404-10

Resistencia mecánica, 2404-9

Separaciones arriba de partes vivas no protegidas, 2404-16

Tarimas y tapetes aislantes, 2404-3

Terminales y uniones de conductores, 2404-11

Tipos de resguardo de partes vivas, 2404-2

Resguardo y espacios de seguridad, 2404

Resistencia de electrodos artificiales, 250-84

Resistencias y reactores.-470, 2404

Aislamiento del Conductor, 470-4

Alcance, 470-1

Espacio de Separación, 470-3

Localización, 470-2

Mayores de 600 V.

General, 470-18

Puesta a Tierra, 470-19

Resistente a la intemperie (a prueba de intemperie), 100, 380-4, 384-4, 410-49,-57, 427-25, 450-22, 600-8(g).-32(b), 620-39, 710-59

Resistente a la lluvia.-100, 100, 380-4, 384-4, 410-49,-57, 427-25, 450-22, 600-8(g).-32(b), 620-39, 710-59

Restaurantes, 229-36

Retenidas, 2210

Rieles para iluminacion

Cerca del riel, 410-102

Rieles para iluminacion Definición, 410-100

Fijacion, 410-104

Instalación, 410-101

Requerimientos de construccion, 410-105

Servicio pesado, 410-103

Rociado electroestático, 516-15

Rotor bloqueado, Tabla 430-7 (b)

S

Salidas de alumbrado requeridas, 210-70

Salidas de contactos en unidades de vivienda, 210-52

Salidas y entradas de circuitos, 225-11

Secadoras eléctricas de ropa en unidades de vivienda, 220-18

Sección transversal

De conductor de puesta a tierra de equipos, 250-95

Conductor de puesta a tierra de sistemas de c d, 250-93

Conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos, Tabla 250-95

Y numero de conductores requeridos en cables para circuitos de señalización, Tabla 760-51

Seccionador, 100

Seccionador(mas de 600V), 100. Vease "Dispositivos de maniobra"

Secundario de motor con rotor devanado, 430-23

Selección de apartarrayos, 280-4

Selección de conductores alimentadores a motores que no operen en servicio continuo, Tabla 430-22 (a)

Selección de gabinetes para controladores de motores, Tabla 430-91

Selección del relevador de sobrecarga, 430-34

Sellado, 514-6

Sellado de la canalización, 230-8

Señalamiento de aparatos electricos, 422-29

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Señalamientos de elementos calentadores, 422-31

Separación de puertas, ventanas y similares, 230-9

Separación de conductores a edificios puentes y otras construcciones, 2205

A estructuras de otras líneas, 2205-3

Aplicación, 2205-1

Consideraciones, 2205-2

Excepto puentes, 2205-4

Separación de conductores

De diferente tensión montados en la misma cruceta, 2202-6

De tuberías, conductores expuestos, 320-12

Diagonal entre conductores en diferentes niveles, 2202-4

En cualquier dirección de conductores de línea, 2202-5

Entre ductos o bancos de ductos y con respecto a otras estructuras subterráneas, Tabla 2302.4 a)

Entre partes metálicas desnudas, Tabla 384-36

Fijados a edificios o puentes, 2202-8

Horizontal "s" de conductores en soportes fijos, del mismo o de diferente circuito, de acuerdo con su flecha, Tabla 2202.2 a 2)

a.1) Horizontal entre los de mismo o de diferente circuito, en sus soportes fijos, Tabla 2202.2

Horizontal entre los que limitan el espacio para subir, Tabla 2202.9 e)

No aislados, 225-14

O libramientos, 230-24

Para Espacio De Trabajo Arriba De Partes Vivas No Protegidas, Tabla 2404.16

Vertical entre conductores suministradores y equipo comunicaciones, 2202-11

Vertical mínima entre conductores, en sus soportes (metros), Tabla 2202.3a)

Verticales y derivados, 2202-12

Separación de conductores en una misma estructura

Aplicación, 2202-1

Espacio para subir, 2202-9

Espacio para trabajar, 2202-10

Espacios para subir y trabajar, 2202

Separación horizontal, 2202-2

Separación vertical, 2202-3

Verticales con respecto a superficies mensajeros y retenidas, Tabla 2202.12 a)

Separación de conductores en diferentes estructuras, 2203

2204-2 Altura básicas de conductores y partes vivas, sobre el suelo, para conductores,

Altura de partes vivas, 2204-4

Alturas adicionales, 2204-3

Consideraciones, 2203-2

General, 2203-1

Separación de conductores a puentes, 2205-5

Separación horizontal, 2203-3

Separación vertical, 2203-4

Separaciones adicionales, 2205-6

Separado, 100 430-32(a) 1) 610-51

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Servicio continuo, 100, Tabla 430-22(a), 430-23,-32,-83, 440-41, 550-7

Servicio intermitente, 100 430-33, 620-61(b)1

Servicio periódico, 100, Tabla 430-22(a)

Servicio por corto tiempo, 100

Servicio variable, 100, Tabla 430-22(a)(trabajo variable).

Sistema de alambrado

De la propiedad -100, 100, 430-32(a)(1), 610-51

Prefabricado.

Construcción, 604-6

Salidas disponibles, 604-7

Uso no permitido, 604-5

Uso permitido, 604-4

Sistema de emergencia esenciales para hospitales, 517-31

Sistema de iluminación

Estacionamientos, 906-1

Luminancias horizontales requeridas para estacionamientos, Tabla 906.1

Para áreas generales, 906

Áreas residenciales y peatonales 906-2

Sistema de reserva legalmente , 701

Alcance, 701-1

Aplicación de otros Artículos 701-3

Capacidad y régimen, 701-6

Certificación de equipos, 701-4

Equipo de transferencia, 701-7

Fuentes de alimentación, 701-11

Protección contra sobrecorriente 701-15

Protección de los equipos contra falla a tierra, 701-17 .

Pruebas y mantenimiento, 701-5

Requerido Alambrado 701-10

Señales, 701-8

Sistema fotoeléctrico solar, 100 339-3(a)2, 690, 705-30

Sistemas con conexión de neutro a tierra de alta impedancia, 250-27

Sistemas con neutro a tierra a través de una impedancia, 250-153

Sistemas de alumbrado

Con lámpara de descarga 1 000 V o menos 410-30

Prefabricados 604

Alcance 604-1

Definición 604-2

Sistemas de alumbrado público, 904

Clasificación de materiales 904-2

Clasificación de vialidades, 904-1

Consideraciones de diseño 904-6

Definición de los tipos de distribución de intensidad, Tabla 904.1

Introducción 904-5.1

Materiales eléctricos 904-4

Materiales luminicos 904-3

Materiales mecánicos y constructivos, 904-5

Sistemas de electrodos de puesta a tierra, 250-81

Sistemas de emergencia, 700

Accesibilidad, 700-25

Alambrado de sistemas de emergencia, 700-9

Alcance, 700-1

Capacidad, 700-5

Cargas en circuitos derivados de emergencia, 700-15

Certificación del equipo, 700-3

Circuitos para alumbrado de emergencia, 700-17

Circuitos para fuerza de emergencia, 700-18

Equipo de transferencia, 700-6

Fuente de energia- Requisitos generales, 700-12

Iluminación de emergencia, 700-16

Luces exteriores, 700-22

Otros Articulos aplicables, 700-2

Protección contra falla a tierra del equipo, 700-26

Pruebas y mantenimiento, 700-4

Requisitos para los interruptores, 700-20

Señales, 700-8

Señalización, 700-7

Ubicación de los interruptores, 700-21

Sistemas de energía aislados, 517-160

Sistemas de señalización para proteccion contra incendios, 700

Acceso al equipo eléctrico por detras de los paneles diseñados para permitir el acceso, 760-7

Alcance 760-1

Aplicaciones de cables aprobados para circuitos de señalización de potencia, 760-53

Cables Multiconductores para circuitos de señalización, 760-17

Circuitos que se extienden mas alla de un edificio, 760-5

Clasificaciones 760-1

Conductores de Copia 760-16

Conductores de diferentes circuitos en el mismo cable, envolvente o canalización, 760-15

Identificación 760-4

Instalacion de conductores y equipos 760-52

Limitaciones de potencia 760-11 760-21

Listado marcado e instalacion de cables para circuitos de señalizacion de potencia, 760-50

Localizacion de los dispositivos de proteccion contra sobrecorriente 760-13

Localizacion del dispositivo de proteccion contra sobrecorriente, 760-24

Localizaciones 760-3

Marcado de Cables Tabla 760-17(b)

Marcado de los cables Tabla 760-50

Marcado de los circuitos 760-22

Sistemas de señalización para proteccion contra incendios,

Metodo de Alambrado 760-14

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Métodos de alambrado del lado de la fuente, 760-25
Métodos de alambrado y materiales en el lado de la carga, 760-28
Número de Conductores en charolas y canalizaciones y factor de reducción, 760-18
Protección contra sobrecorriente, 760-12
Protección contra sobrecorriente, 760-23
Puesta a tierra, 760-23
Requerimientos de aprobación, 760-51
Resistencia a la propagación de incendio en los cables dentro de edificios, 760-49
Substitución de Cables, Tabla 760-53

Sistemas de tierras, 2403.

Sistemas derivados separadamente, 100, 240-21(i), 250-5 (d)

Sistemas eléctricos esenciales, 517-41

Alcance, 517-25

Para clínicas, oficinas médicas y dentales, 517-50

Para lugares para enfermeras y de cuidados limitados, 517-40

Sistemas eléctricos integrados, 685

Alcance, 685-1

Aplicación de otros artículos, 685-2

Circuitos de control no puestas a tierra, 685-14

Puesta a tierra en sistemas de corriente directa, 685-12

Ubicación del dispositivo de protección, 685-10

Sistemas esenciales

Alambrado y equipo, 517-61

Áreas para cuidados de pacientes, 517-80

Capacidad de conductores de alimentación y contra sobrecorriente, 517-73

Circuito derivado crítico, 517-33

Circuito derivado de seguridad de la vida, 517-32

Sistemas esenciales

Clasificación de locales de anestesia, 517-60

Conductores del circuito de control, 517-74

Conexión a un circuito derivado crítico, 517-43

Conexión al circuito de alimentación, 517-71

Conexión automática al circuito derivado de seguridad de la vida, 517-42

Equipos e instrumentos de baja tensión, 517-64

Fuentes de energía, 517-44

Fuentes de potencia, 517-35

Instalación de cables de alta tensión para equipos de rayos X, 517-77

Instalación de equipos, 517-75

Medios de desconexión, 517-72

Otras áreas que las de cuidado al paciente, 517-81

Para hospitales, 517-30

Protección y puesta a tierra, 517-75

Puestas a tierra en locales de anestesia, 517-63

Transformadores y condensadores, 517-76

Transmisión de señales entre aparatos, 517-82

Sistemas intrínsecamente seguros, 504

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Alcance, 504-1
- Aplicación de otros artículos, 504-3
- Definiciones, 504-2
- Equipo certificado 504-4
- Identificación, 504-80
- Instalación de equipo, 504-10
- Métodos de instalación, 504-20
- Punteado, 504-60
- Puesta a tierra, 504-50
- Sellado, 504-70
- Separación de conductores, 504-30
- Sistemas opcionales de reserva, 702**
 - Alambrado, 702-9
 - Alcance, 702-1
 - Aplicación de otros artículos 702-3
 - Aprobación del equipo, 702-4
 - Capacidad y rango, 702-5
 - Equipo de transferencia, 702-6
 - Rótulos, 702-8
 - Señales, 702-7
 - Sistemas opcionales de reserva, 702-2
- Sistemas solares fotovoltaicos, 690**
 - Acceso a cajas, 690-3-
 - Alcance, 690-1
 - Baterías de Almacenamiento Estado de carga, 690-72
 - Baterías de Almacenamiento Instalación, 690-71
 - Baterías de Almacenamiento Puesta a tierra, 690-73
 - Clavijas o Conectores, 690-33
 - Conexion a otras fuentes Capacidad del conductor neutro, 690-62
 - Conexion a otras fuentes Pérdida de la tensión del sistema, 690-61
 - Definiciones, 690-2
 - Desconectores o Interruptores termomagnéticos, 690-17
 - Desconexion de equipo fotovoltaico, 690-15
 - Deshabilitación de un arreglo, 690-18
 - Detección e interrupción de fallas de puesta a tierra, 690-5
 - Dimensionamiento y Corriente de los Circuitos, 690-8
 - Electrodo común de puesta a tierra, 690-44
 - Fuente de energía fotovoltaica, 690-52
 - Fusibles, 690-16
 - Identificación- Módulo, 690-51
 - Instalación, 690-4
 - Interconexion de componentes, 690-32
 - Interconexiones Desbalanceadas, 690-63
 - Medios de Desconexion Disposiciones adicionales, 690-14
 - Medios de Desconexion Todos los conductores, 690-13
 - Métodos de Alambrado Permitidos, 690-31

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- Otros artículos, 690-31
- Protección contra sobrecorriente, 690-9
- Puesta a tierra del sistema, 690-41
- Punto de Conexión de la puesta a tierra del sistema, 690-42
- Punto de conexión, 690-64
- Tamaño del conductor de puesta a tierra del equipo, 690-43
- Tensión Máxima, 690-7
- Sobrecarga, 100, 430-31, 410-43, 440-53, 455-7, 460-9
- Sobrecorriente, 100, 210-20, 215-3, 225-9, 230, 240, 339-4, 365, 384-15, 400-13, 402-12, 422-5
- Soldadoras de arco tipo motor-generador**
 - Capacidad de los conductores de entrada, 630-11, 21
 - Marcado, 630-14, 24
 - Medios de desconexión, 630-13
 - Protección de sobrecorriente, 630-12, 22
- Soldadoras eléctricas, 630**
- Soldadoras eléctricas. Alcance, 630-1**
- Soldadoras por resistencia.**
 - Capacidad de los conductores de entrada, 630-31
 - Conductores, 630-41
 - Instalación, 630-42
 - Marcado, 630-34
 - Medios de desconexión, 630-33
 - Protección de sobrecorriente, 630-32
- Soporte del mensajero, 321-6**
- Soportes de acometida como soportes, 230-26**
- Soportes de conductores en canalizaciones verticales, 300-19**
- Soportes de tubo conduit no metálicos, Tabla 347-8**
- Soportes para conductores no aislados, 225-12**
- Soportes para guirnalda, 225-13**
- Soportes para tubería conduit metálica rígida, TABLA 346-12**
- Soportes sobre edificios, 225-15**
- Soportes y espaciamientos para conductores individuales de acometida expuestos, Tabla 230-51**
- Subestaciones, 530-61**
 - Accesibilidad e indicación, 2405-10
- Apartarrayos**
 - Aplicación y selección, 2405-26
 - Conexión a tierra -Baterías eléctricas, 2405-32
 - Instalación de apartarrayos, 2405-29
 - Instalación en interior, 2405-30
 - Resguardo, 2405-31
- Baterías eléctricas**
 - Aislamiento y seguridad, 2405-36
 - Bastidores y carotas, 2405-39
 - Definiciones, 2405-37

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

- General, 2405-36
- Localización, 2405-40
- Protección de partes vivas, 2405-42
- Requisitos de los locales, 2405-41
- Capacidad de interruptores y cuchillas, 2405-15
- Capacidad interruptiva y coordinación de protecciones, 2401-7
- Características del sistema de tierras, 2403-2
- Condiciones de los locales y espacios, 2402-2
- Consideraciones ambientales, 2401-11
- Dispositivo general de protección contra sobrecorriente, 2401-6
- Equipo a la intemperie o en lugares húmedos, 2401-10
- Generalidades, 2403-1
- Identificación del equipo eléctrico, 2401-4
- Instalación de alumbrado, 2402-3
- Instalación de fusibles, 2405-16
- Instalación de interruptores en aceite, 2405-11
- Instalación y mantenimiento del equipo eléctrico, 2401-2
- Introducción, 2401-1
- Medio de desconexión general, 2401-5
- Niveles de iluminación mínimos requeridos, Tabla 2402.3 a)
- Partes con movimientos repentinos, 2401-3
- Pisos, barandales y escaleras, 2402-4
- Protección contra incendio, 2402-6
- Puesta a tierra de**
 - Cercas metálicas, 2403-3
 - Partes no conductoras de corriente, 2403-5
 - Rieles y tuberías de agua, 2403-4
- Requisitos generales del sistema de protección del usuario, 2401-8
- Resguardos de locales y espacios, 2402-1
- Salidas, 2402-5
- Sistema de tierras**
 - Conexión a tierra durante reparaciones, 2403-6
 - Detectores de tierra, 2403-7
- Tableros**
 - Arreglo e identificación, 2405-22
 - Conexión a tierra, 2405-24
 - Localización y accesibilidad, 2405-20
 - Material, 2405-21
 - Protección de partes vivas, 2405-23
- Uso de cuchillas, 2405-14
- Uso de fusibles e interruptores automáticos, 2405-13
- Uso general de interruptores, 2405-12
- Superficies de la vialidad** Clasificación, Tabla 903.1
 - Superficies limpias, 250-18
 - Supresores de pico de tensión, Clase II, Divisiones 1 y 2, 502-17
 - Surtidores (dispensarios) y estaciones de servicio y autoconsumo, 514
 - Surtidores y estaciones de servicio y autoconsumo, Definiciones, 514-1

Surtidores y estaciones de servicio y autoconsumo. Lugares Clase I, 514-2

T

Tabla de conversión de corriente a rotor bloqueado, Tabla 430-151

Tablero de distribución, 100,384, 517-3, 520-26, 550

Tablero, 100

Tableros de distribución

Aislamiento de conductores, 384-9

Alcance, 384-1

En lugares mojados o con vapor de agua, 384-6

Espacios libres (Claros), 384-8

Instalación, 384-4

Puesta a tierra de instrumentos, relevadores, medidores y transformadores de medición, 384-12

Puesta a tierra de los marcos, 384-11

Soportes y colocación de barras colectoras y de conductores, 384-3

Ubicación con relación a materiales fácilmente inflamables, 384-7

Y gabinetes de control, 384

Tableros eléctricos para calefacción de ambiente

Alcance 424-90

Calefaccion Definiciones 424-91

Instalacion 424-93

Rotulado, 424-92

Tableros para escenarios fijos,

Aislamiento de conductores, 520-42

Alimentadores de tableros de escenarios, 520-27

Atenuadores, 520-25

Cargas de los circuitos 520-41

Conectores cajas y contratueras 520-46

Contactos 520-45

Control del registro de la chimenea, 520-49

Control y protección contra sobrecorriente de circuitos de contactos, 520-23

Cubierta metálica 520-24

Frente muerto, 520-21

Lamparas en el tablero del escenario 520-47

Luces de bambalinas y proscenio 520-44

Luces de piso o candilejas, 520-43

Maquinas para cortinas 520-48

Resguardo de la parte posterior de los tableros, 520-22

Tipo de tablero 520-20

Tableros portátiles en el escenario,

Construcción y alimentadores 520-53

Protección contra sobrecorriente 520-52

Suministro, 520-51

Tablero para conexión en gira (un tipo de tablero provisional) 520-50

Tapas para interruptores de resorte instalados a nivel, 380-9

Tapas sencillas y ornamentales, 370-25

- Teatros, Auditorios de Cine, Televisión y Similares, 520-48
- Temperatura de operación, 110-15
- Tensión, 2102
- Tensión
 - De un sistema, 100
 - A tierra (respecto a tierra), 100
 - De flameo de baja frecuencia, 2102
 - De operación nominal, 110-4
 - Máxima de los circuitos derivados, 210-6
 - Nominal, 100
 - Nominal de sistemas de rectificación, 430-18
- Tensiones de circuitos derivados, 220-2
- Tensiones mínimas de flameo en seco, de aisladores, Tabla 2201 6 c)
- Tension nominal mayor de 600 V,
 - Canalizaciones adyacentes a motores, 430-123
 - Capacidad del equipo de control de motores, 430-126
 - Disposiciones Generales, 430-121
 - Disposiciones generales, 110-30
 - Identificación de los controles, 430-122
 - Instalaciones subterráneas, 300-37
 - Medios de Desconexión, 430-127
 - Protección contra calentamiento por inducción, 300-35
 - Protección contra sobrecorriente en circuitos de motores, 430-125
 - Radio de curvatura para conductores, 300-34
 - Sección nominal transversal de los conductores, 430-124
 - Tapas requeridas, 300-31
- Terminación en el equipo de acometida, 230-55
- Terminal de cable, 2102
- Terminales, 430-9, 2305
- Termomagnético, interruptor, 430-11
- Tiempo Inverso (aplicado a interruptor automático), 100, 440, 610-42
- Tierra, 100
- Tinas terapéuticas (hidroterapéuticos), 680-52
- Tipo de gabinete para controlador del motor, 430-91
- Tipos de medios de desconexión, 430-109
- Tramos cortos de canalización, 250-56
- Transformadores,
 - Aislados con fluidos no inflamables, 450-24
 - Alcance, 450-1
 - Bovedas de Transformadores, 450
 - Capacitores, clase III, divisiones 1 y 2, 503-2
 - Definiciones, 450-2
 - Eficiencia mínima por ciento, Tabla 450-14 (a)
 - Eficiencia, 450-14
 - En aceite instalados en exteriores, 450-27
 - En aceite instalados en interiores, 450-26

- En Askarel, 450-25
- Enlace secundario, 450-6
- Espacio de alambrado para terminales, 450-12
- Funcionamiento en paralelo, 450-7
- Identificación, 450-11
- Más de 600 V en lugares supervisados, Tabla 450 3(a)(2)b
- Más de 600 V, Tabla 450 3(a)(1)
- Modificación, 450-28
- Pérdidas, 450-15
- Puesta a tierra, 450-10
- Resguardos, 450-8
- Secos instalados en exteriores, 450-22
- Sumergidos en líquido de alto punto de ignición, 450-23
- Tipo seco en instalaciones interiores, 450-21
- Ubicación, 450-13
- Ventilación, 450-9
- Transición de línea, 2102**
- Transición de líneas aéreas a cables subterráneos o viceversa**
 - General, 2304-1
 - Instalación, 2304-2
 - Tipo pedestal, 2304-3
- TRANSITORIOS, Pagina 947**
- Trayectoria de puesta a tierra hasta el electrodo tierra en la acometida, 250-53**
- Trayectoria efectiva de puesta a tierra, 250-51**
- Tubería eléctrica no metálica, 331**
 - Acabado, 331-7
 - Definición, 331-1
 - Dobleces, 331-9
 - Empalmes, 331-8
 - Empalmes y derivaciones, 331-13
 - Especificaciones de fabricación, 331-15
 - Número de conductores, 331-6
 - Número de dobleces una trayectoria, 331-10
 - Sobortes, 331-11
 - Terminales, 331-14
 - Usos permitidos, 331-3
 - Usos no permitidos, 331-4
- Tubería metálica flexible, 349**
 - Alcance, 349-1
 - Construcción e instalación, 349-10
 - Dobleces, 349-20
 - Empalmes y derivaciones, 349-17
 - Número de conductores, 349-12
 - Puesta a tierra, 349-16
 - Tamaños, 349-10
 - Usos permitidos, 349-3

- Usos no permitidos 349-4
- Tuberías flexibles no metálicas, 320-10**
- Tubo conduit flexible hermetico a los liquidos**
 - Accesorios, 351-7
 - Alcance, 351-1
 - Definición, 351-2
 - Empalmes y derivaciones, 351-11
 - Instalación, 345-3
 - Lugares mojados 345-5
 - Metalico y no metalico (liquidtight), 351
 - Numero de conductores 351-6
 - Número de dobleces una trayectoria, 351-10
 - Puesta a tierra, 351-9
 - Registros y accesorios, 345-13
 - Sempesado, 345
 - Soportes, 345-8 12
 - Tamaño, 345-6
 - Tamaños 351-5
 - Usos 351-4
- Tubo conduit metalico, 345**
 - Usos permitidos 345-3
 - Boquillas, 345-15
 - Definicion 345-1
 - Dobleces, 345-10
 - Empalmes y derivaciones 345-14
 - Escariado y roscado 345-8
 - Especificaciones de fabricacion 345-16
- Tubo conduit metalico tipo ligero, 348**
 - Dobleces 348-9
 - Empalmes y derivaciones 348-14
 - Escariado 348-11
 - Especificaciones de fabricacion 348-15
 - Lugares mojados 348-4
 - Numero de conductores en una tuberia conduit 348-6
 - Registros o accesorios 348-10
 - Roscado 348-7
 - Soportes 348-12
 - Tamaños 348-5
 - Uniones y conectores 348-8
 - Uso 348-1
- Tubo conduit metalico tipo pesado, 346**
- Tubo conduit metalico tipo rigido, 346**
 - Boquillas 346-8
 - Dobleces 346-10
 - Empalmes y derivaciones 346-14
 - Escariado y roscado 346-7

Especificaciones de fabricación, 346-15
Instalación, 346-3
Lugares mojados, 346-4
Registros y accesorios, 346-13
Relleno de escoria, 346-3
Soportes, 346-12
Tamaño mínimo, 346-5
Uniones y conectores, 346-9
Uso, 346-1

Tubo conduit metalico flexible, 350

Accesorios, 350-8
Empalmes y derivaciones, 350-10
Número de conductores, 350-7
Número de dobleces, 350-6
Puesta a Tierra, 350-5
Soportes, 350-4
Tamaño, 350-3
Terminado, 350-9
Usos no permitidos, 350-2

Tubo de Polietileno,

General, 347-18
Marcado, 347-22
Uso no permitido, 347-20
Uso permitido, 347-19

Tubo rigido no metalico, 347

Cajas y accesorios, 347-15
Conectores, 347-12
Curvas, 347-13
Descripción, 347-1
Empalmes y derivaciones, 347-16
Escariado, 347-8
Instalaciones, 347-5
Juntas de dilatación, 347-9
Número de conductores, 347-11
Soportes, 347-8
Tamaño mínimo, 347-10
Uniones, 347-6
Usos no permitidos, 347-3
Usos permitidos, 347-2

Túneles Recomendaciones de iluminancia y luminancia indirecta, Tabla 905.8.1

U

Ubicación,

De protección contra sobrecorriente, 230-91
De tableros de distribución, 384-5
Del dispositivo de protección contra sobrecorriente respecto a equipos de acometida,

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

230-94

Dentro o sobre la propiedad, 240-24

En el circuito, 240-21

Un solo motor, 430-22

Unidad de vivienda, 100, 220, 336-4, 422-25, 424-19(3b), 550-11(c)4

Unidad sellada o hermética, 100, 440

Unidades de calentamiento de cordón flexible y clavija para tuberías, 422-29

Unidades de sobrecarga para protección del motor, Tabla 430-37

Uso de electrodos de pararrayos, 250-86

Uso de materiales y equipos, Transitorio 5º, página 949

Uso e identificación de los conductores puestos a tierra, 200

V

Valores mantenidos de luminancia e iluminancia para iluminación de vialidades, Tabla 904.6

Varios motores en combinación con otras cargas, 430-25

Varios motores o motor (es) y otra(s) carga(s), 430-24

Vegetación, 225-26

Vehículos de recreo,

Accesibilidad, accesorios y soportes 551-57

Accesorios de alumbrado 551-53

Aterrizado del equipo de suministro de vehículos de recreo, 551-77

Carga Calculada 551-73

Circuitos derivados requeridos, 551-42

Conductores de tierra, 551-49

Conductores y cajas, 551-48

Conexión de partes metálicas no portadoras de corriente, 551-56

Conexiones de terminales y derivaciones, 551-50

Conjunto de alimentación 551-44

Contactos 551-52, 81

Equipo interior aterrizado, 551-55

Equipos para suministro de energía 551-76

Espacios para conductores aéreos 551-79

Instalación del generador, 551-30

Interruptores de seguridad 551-51

Medios de conexión a la fuente de alimentación 551-46

Método de alambrado, 551-47

Otras fuentes 551-32

Para tomacorrientes requeridas 551-41

Protección de circuitos derivados 551-43

Protección de sobrecorriente 551-74

Protección del equipo exterior 551-78

Pruebas eléctricas de fábrica 551-60

Restricción de fuente interna 551-33

Servicios subterráneos, alimentadores o circuitos derivados a lotes de estacionamientos, 551-80

Sistema de baja tensión 551-10

- Sistema eléctricos combinados, 551-20
- Sistema múltiple de abastecimiento, 551-31
- Sistema nominal de 110 ó 220/110 V, 551-40
- Estacionamientos Alcance, 551-1
- Tablero de distribución, 551-45
- Tierras, 551-75
- Tipo de contactos considerados, 551-71
- Ventilado, 100, 502-8, 503-7,-14, 610-2
- Vigencia, Transitorio 1º, Página 947
- Vigencia Capítulo 9, Transitorio 2º, Página 949
- VIGILANCIA, Apartado 6, Página 945
- Vitrina, 100, 400-11, 410-7 -29
- Vivienda bifamiliar, 100
- Vivienda multifamiliar, 100, Tabla 220-3(b), 220-32, 422-25, 424-19(3a), 800-53(d)
- Vivienda unifamiliar, 100 210-59(d) Tabla 220-3(b), 220-17, 230-42, 336-3, 424-19(3c), 680-25(c)
- Viviendas móviles,
 - Metodos de alambrado y materiales, 550-10
 - Sus estacionamientos
 - Alcance 550-1
 - Definiciones, 550-2
 - Acometida 550-23
 - Alimentadores 550-24
 - Circuitos derivados, 550-7
 - Equipos y accesorios de alumbrado, 550-9
 - Factores de demanda mínimos permisibles, 550-22
 - Interconexion de secciones múltiples 550-14
 - Medios de desconexión y equipos de protección, 550-6
 - Pruebas 550-12
 - Puesta a tierra 550-11
 - Requisitos generales 550-4
- Viviendas móviles,
 - Salidas para contactos en exteriores, equipo de alumbrado, aire acondicionado, y otros, 550-15
 - Salidas para contactos 550-8
 - Sistemas de distribución 550-21
 - Suministro de energía 550-5
- Volumen requerido por conductor, Tabla 370-16 (b).

Parte 2.- Índice de Tablas

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1994, Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica INDICE de Materias, Tablas y Figuras -formulado por el Ing. L. Angel Estevez T.- Propiedad registrada © 1995

CAPITULO 1.- DISPOSICIONES GENERALES

Altura de partes vivas no resguardadas

Tabla 110-34 (e)

Claro de seguridad y resguardos frente a equipos eléctricos. Tabla 110-34 (a)

Claros de seguridad.- Tabla 110-16 (a)

CAPITULO 2.- DISEÑO Y PROTECCION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

Cálculo de cargas adicionales para unidades de vivienda	Tabla 220-31
Cálculo opcional para unidades de vivienda	Tabla 220-30
Cálculo opcional. Factores de demanda para 3 ó más unidades de vivienda familiar	Tabla 220-32
Capacidad nominal de contactos para diversos circuitos	Tabla 210-21 (b) (3)
Carga máxima conectada a contacto por medio de cordón y clavija	Tabla 210-21 (b) (2)
Cargas de alumbrado general	Tabla 220-3 (b)
Conductor para electrodo de puesta a tierra en sistemas de c.a.	Tabla 250-94
Demandas nominales para cocinas eléctricas hornos de pared, y otros aparatos de uso doméstico.	Tabla 220-19
Factor de demanda para contactos no domésticos	Tabla 220-13
Factor de demanda.-	Tabla 220-13 (1)
Factores de demanda para alimentadores de equipos de cocina en locales distintos a las unidades de vivienda	Tabla 220-20
Factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado	Tabla 220-11
Factores de demanda para secadoras de	Tabla 220-18
Método opcional - Factor de demanda para los conductores de acometida y alimentador para nuevos restaurantes	Tabla 220-36
Método opcional. factores de demanda, acometidas para escuelas	Tabla 220-34
Método para calcular la carga total de la granja	Tabla 220-41
Métodos para calcular cargas de una granja	Tabla 220-40
Requisitos para circuitos derivados	Tabla 210-24
Sección transversal mínima de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos	Tabla 250-95
Soportes y espaciamentos para conductores individuales de acometida expuestos	Tabla 230-51

CAPITULO 3.- METODOS DE INSTALACION Y MATERIALES

Área de metal requerida para charolas de cables usadas como conductores de puesta a tierra de equipos	Tabla 318-7 (b) (2)
Capacidad de conducción, cable de 3 conductores de aluminio	Tabla 310-72

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Capacidad de conducción, cable de 3 conductores de aluminio en tubo conduit	Tabla 310-76
Capacidad de conducción, cable de 3 conductores de cobre	Tabla 310-71
Capacidad de conducción, cable de 3 conductores de cobre en tubo conduit	Tabla 310-75
Capacidad de conducción, cable monoconductor de aluminio	Tabla 310-70
Capacidad de conducción, cable monoconductor de cobre	Tabla 310-69
Capacidad de conducción, cable triplex de aluminio	Tabla 310-74
Capacidad de conducción, cable triplex de cobre	Tabla 310-73
Capacidad de conducción, cables de 3 conductores de aluminio, directamente enterrados	Tabla 310-84
Capacidad de conducción, cables de 3 conductores de cobre, directamente enterrados	Tabla 310-83
Capacidad de conducción, cables monoconductores de aluminio, directamente enterrados	Tabla 310-82
Capacidad de conducción, cables monoconductores de cobre, directamente enterrados	Tabla 310-81
Capacidad de conducción, conductores 150°C a 200°C	Tabla 310-19
Capacidad de conducción, conductores.	Tabla 310-16 (a) (19)
Capacidad de conducción, de tres conductores aislados	Tabla 310-18
Capacidad de conducción, de un cable de tres conductores de aluminio, en ductos subterráneos	Tabla 310-80
Capacidad de conducción, de un cable de tres conductores de cobre, en ductos subterráneos	Tabla 310-79
Capacidad de conducción, monoconductores de aluminio	Tabla 310-68
Capacidad de conducción, monoconductores de cobre	Tabla 310-67
Capacidad de conducción, tres cables de aluminio, en ductos subterráneos	Tabla 310-78
Capacidad de conducción, tres cables de cobre, en ductos subterráneos	Tabla 310-77
Conductores, aislamientos y usos	Tabla 310-13
Conductores, aislamientos y usos	Tabla 310-61
Conductores, capacidad cables monoconductores	Tabla 310-17
Conductores, sección transversal	Tabla 310-5
Distancia entre los soportes de los conductores, en metros	Tabla 300-19 (a)
Espacio mínimo para dobleces de alambres en terminales para la Sección 373-6(b) (2)	Tabla 373-6 (b)
Espacio mínimo para dobleces de alambres en terminales y anchura mínima de canales para alambrado	Tabla 373-6 (a)
Número máximo de conductores en un tubo conduit metálico flexible.	Tabla 350-3
Ocupación máxima permisible para cables monoconductores en charolas	Tabla 318-10
Ocupación máxima permisible para cables multiconductores de 0 a 2 000 V en charolas tipo escalera.	Tabla 318-9
Profundidad mínima para sistemas hasta 600 V	Tabla 300-5
Radios de dobleces en tubos conduit (mm)	Tabla 346-10
Radios de dobleces en tubos conduit (mm) Excepción	Tabla 346-10 -Excepción
Radios mínimos de curvatura de tubo conduit metálico flexible para instalaciones fijas	Tabla 349-20 (b)
Radios mínimos de curvatura para aplicaciones flexibles	Tabla 349-20 (a)

Registros Metálicos	Tabla 370-16 (a)
Separaciones mínimas entre partes metálicas desnudas	Tabla 384-36
Soportes de tubo conduit no metálicos	Tabla 347-8
Soportes para tubería conduit metálica rígida	Tabla 346-12
Volumen requerido por conductor	Tabla 370-16 (b)

CAPITULO 4.- EQUIPOS DE USO GENERAL

Capacidad de conducción de corriente de los alambres para aparatos	Tabla 400-5
Capacidad de conducción, cables tipo SC, SCT, G y W	Tabla 400-5 (b)
Capacidad de conducción, cables y cordones flexibles	Tabla 400-5 (a)
Conductor secundario	Tabla 430-23 (c)
Conductores para aparatos	Tabla 402-3
Conversión de corriente a rotor bloqueado para selección de controles	Tabla 430-151
Cordones y cables flexibles	Tabla 400-4
Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna	Tabla 430-150
Corriente a plena carga en amperes, de motores de corriente directa	Tabla 430-147
Corriente a plena carga en amperes, de motores monofásicos de corriente alterna	Tabla 430-148
Distancias mínimas entre barras y partes metálicas	Tabla 430-97
Espacio para las terminales. Terminales fijas.	Tabla 430-12 (c) (1)
Factores de capacidad de corriente de los conductores para resistencias de potencia.	Tabla 430-29
Letras de código a rotor bloqueado.	Tabla 430-7 (b)
Máximo rango de los dispositivos de sobrecorriente	Tabla 430-72 (b)
Máximo rango o ajuste para el dispositivo de protección	Tabla 430-152
Medidas de espacio mínimo para el acomodo de cables de las cajas de conexiones en motores (en cm)	Tabla 430-10 (b)
Medidas mínimas de las cajas terminales para empalmes y conexiones, motores de 28 cm de diametro o menores	Tabla 430-12 (b)
Pérdidas de excitación y pérdidas totales máximas permitidas (W).	Tabla 450-15 (a)
Porcentaje para la selección de conductores alimentadores a motores que no operen en servicio continuo.	Tabla 430-22 (a)
Selección de gabinetes para controladores de motores	Tabla 430-91
Transformadores de más de 600 V	Tabla 450-3 (a) (1)
Transformadores de más de 600 V en lugares supervisados	Tabla 450-3 (a) (2)b
Transformadores.-Eficiencia mínimas en porcentaje	Tabla 450-14 (a)
Unidades de sobrecarga para protección del motor	Tabla 430-37
Volumenes utilizables, terminales fijas	Tabla 430-12 (c) (2)

CAPITULO 5.- AMBIENTES ESPECIALES

Capacidad de corriente permitida cables de uso extrarudo con temperatura nominal de 75° y 90 °C.	Tabla 520-44
Circuitos derivados, cocina eléctrica en vehiculos de recreo	Tabla 550-42 (8)
Factor de demanda para alimentadores a lotes y acometidas para	Tabla 550-73
Factores de demanda por etapas para alumbrado	Tabla 530-19 (a)

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Factores de demanda, acometidas y alimentadores	Tabla 550-22
Lugares clase i-estaciones de servicio y autoconsumo	Tabla 514-2
Lugares clase i-plantas de almacenamiento general., ,	Tabla 515-2
Números de identificación	Tabla 500-3 (d)
Protección contra sobrecorriente, circuitos de baja tensión	Tabla 551-10 (e)
Temperatura de ignición	Tabla 500-3 (f)

CAPITULO 6.- EQUIPOS ESPECIALES

Factores de Demanda del Alimehtador para Elevadores	Tabla 620-15
Factores para determinar la sección transversal de los conductores entre las resistencias y el control de grúas.	Tabla 610-14 (b).
Gruas y polipastos Factores de demanda	Tabla 610-14 (e)
Para la capacidad de corriente de los conductores entre controles y resistencias.	Tabla 610-14 (a)
Piscinas, fuentes y similares. Separación de conductores aéreos. Excepción No. 1.	Tabla 680-8

CAPITULO 7.- CONDICIONES ESPECIALES

Cables de fibra optica Marcado del cable	Tabla 770-50
Cables de fibra optica Substitución de cables	Tabla 770-53
Circuitos de Clase 2 y Clase 3 Marcado de los cables	Tabla 725-50
Circuitos de Clase 2 y Clase 3 - Substituciones de cables	Tabla 725-53
Instalaciones con tensiones mayores de 600 V Profundidad mínima de enterrado*	Tabla 710-4 (B)
Instalaciones con tensiones mayores de 600 V. Claro minimo a partes vivas	Tabla 710-33
Limitaciones de la fuente de potencia para circuitos de señalización de corriente alterna.	Tabla 760-21 (a)
Limitaciones de la fuente de potencia para circuitos de señalizacion de corriente directa.	Tabla 760-21 (b)
Limitaciones de las fuentes de potencia para circuitos de Clase 2 y Clase 3 en corriente alterna.	Tabla 725-31 (a)
Limitaciones de las fuentes de potencia para circuitos de Clase 2 y Clase 3 en corriente directa.	Tabla 725-31 (b)
Sección transversal minima y número de conductores requeridos en los cables usados para circuitos de señalizacion..	Tabla 760-51
Sistemas de señalizacion para proteccion contra incendios - Substitucion de Cables	Tabla 760-53
Sistemas de señalizacion para proteccion contra incendios - Marcado de Cables	Tabla 760-17 (b)
Sistemas de señalizacion para proteccion contra incendios.- Marcado de los cables	Tabla 760-50

CAPITULO 8.- SISTEMAS DE COMUNICACION

Antenas de television comunit: rias y sistemas de distribucion de radio.-Marcas en Cables	Tabla 820-50
Antenas de television comunit: rias y sistemas de distribucion de radio - Sustituciones de Cable Coaxial	Tabla 820-53
Calibre de los Conductores de Antena Exterior para Estaciones	

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

de Aficionados.	Tabla 810-52
Circuitos de comunicacion Substituciones de Cable	Tabla 800-53
Circuitos de comunicacion.-Marcas en los cables, Equipos de radio y television Calibre de los conductores de antena exterior	Tabla 800-50 Tabla 810-16 (a)

CAPITULO 9.- ALUMBRADO PUBLICO

Clasificación de la distribución de luz	Tabla 904-3 (ab)
Distancia mínima de seguridad de frenado	Tabla 905-2
Niveles de diseño de iluminancia para instalaciones con superpostes.	Tabla 904-6 (1)
Niveles de iluminancia recomendados para circulación de peatones en Lux.	Tabla 904-6 (2) =
Pasos vehiculares.-. Recomendaciones de luminancia	Tabla 905-8
Sistema de clasificación para las propiedades fotométricas de los luminarios	Tabla 904-2
Sistema de iluminación.-Luminancias horizontales requeridas para estacionamientos	Tabla 906-1
Sistemas de alumbrado público Definición de los tipos de distribución de intensidad.	Tabla 904-1
Superficies de la vialidad Clasificación	Tabla 903-1
Túneles. Recomendaciones de iluminancia y luminancia indirecta	Tabla 905-8 (1)
Valores mínimos mantenidos de luminancia e iluminancia.	Tabla 904-6

CAPITULO 10.- TABLAS

Características de conductores concéntricos normales	Tabla N° 8
Dimensiones de conductores con aislamiento termoplástico	Tabla N° 5
Dimensiones de tubo conduit y area disponible para conductores	Tabla N° 4
Número máximo de conductores en tubo conduit	Tabla N° 3A
Número máximo de conductores en tubo conduit	Tabla N° 3B
Número máximo de conductores en tubo conduit	Tabla N° 3C
Porcentajes de relleno de conductores en tubo conduit	Tabla N° 1
Porcentajes de relleno de conductores para conduit o tuberías.	Tabla N° 1

CAPITULO 22.- LINEAS AEREAS

Altura mínima de conductores sobre suelo, agua o vías ferreas.	Tabla 2204-2
Altura sobre el suelo, de partes vivas de equipo instalado en estructuras.	Tabla 2204-4
Clase de construcción requerida líneas aéreas	Tabla 2209-4
Factores de sobre carga mínimos para cada clase de construcción de líneas aéreas	Tabla 2209-3
Líneas aéreas -.Factor de incremento de presión de viento.	Tabla 2208-4 (a)
Líneas aéreas -Condiciones meteorológicas, representativas de cada zona de carga	Tabla 2208-3
Líneas aéreas -Presiones de viento para las diferentes zonas de carga mecánica	Tabla 2208-4

Norma Oficial NOM-001-SEMP-1994

Lineas aereas.--Capacidad máxima de conducción de corriente) en conductores desnudos de cobre, aluminio y ACSR .	Tabla 2201-9
Separación de conductores a edificios y otras construcciones	Tabla 2205-4
Separación de conductores a puentes	Tabla 2205-5
Separación de conductores eléctricos verticales y derivados con respecto a superficie, mensajero y retenida en la misma estructura	Tabla 2202-12 (a)
Separación horizontal mínima "S" de conductores en sus soportes fijos, del mismo o de diferente circuito, de acuerdo con su flecha.	Tabla 2202-2 (a) (2)
Separación horizontal mínima entre conductores que limitan el espacio para subir	Tabla 2202-9 (e)
Separación horizontal mínima entre conductores, del mismo o de diferente circuito, en sus soportes fijos	Tabla 2202-2 (a).(1)
Separación vertical entre conductores soportados en diferente estructura	Tabla 2203-4
Separación vertical entre conductores suministradores y equipo de comunicaciones.	Tabla 2202-11
Separación vertical mínima entre conductores, en soportes (metros).	Tabla 2202-3 (a)
Tensiones mínimas de flameo en seco, de aisladores	Tabla 2201-6 (c)

CAPITULO 23.- LINEAS SUBTERRANEAS

Altura mínima de partes vivas de terminales (metros).	Tabla 2305-1 (e)
Cables subterráneos.- Separación mínima entre cables eléctricos y de comunicación dentro de un mismo registro, pozo o bóveda.	Tabla 2303-9 (b).(1)
Lineas subterráneas.- Profundidad mínima, ducto o bancos de ductos.	Tabla 2302-3
Separación entre ductos o bancos de ductos y con respecto a otras estructuras subterráneas.	Tabla 2302-4 (a)

CAPITULO 24.- SUBESTACIONES

Distancias mínimas entre fases y a tierra, en conductores desnudos	Tabla 2404-7
Resguardo partes vivas -Distancia mínima a partes vivas descubiertas	Tabla 2404-1 (a)
Separaciones para espacio de trabajo arriba de partes vivas no protegidas	Tabla 2404-16
Subestaciones.-Niveles de iluminación mínimos requeridos	Tabla 2402-3 (a)

Parte 3.- Indice de Figuras

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1994, Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica. INDICE de Materias, Tablas y Figuras.-formulado por el Ing. L. Angel Estevez T.- Propiedad registrada©.1995.

CAPITULO 2.- DISEÑO Y PROTECCION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

Acometidas

Figura 230-1

CAPITULO 3.- METODOS DE INSTALACION Y MATERIALES

Dimensiones para las instalaciones de cables, aplicables a las tablas 310-177 a las 310-84

Figura 310-1

CAPITULO 4.- EQUIPOS DE USO GENERAL

Autotransformadores de 600 V o menos

Figura 450-4

Circuitos para motores

Figura 430-1

Espacio de almacenamiento

Figura 410-8

CAPITULO 5.- AMBIENTES ESPECIALES

Configuración para contactos y cubiertas de vehículos de recreo

Figura 551-46 (c)

Configuraciones para contactos y cubiertas con conexión a tierra.

Figura 550-5 (c)

Diagrama, sistema eléctrico de hospitales pequeños

Figura 517-30 (1)

Diagrama, sistema eléctrico para hospitales grandes

Figura 517-30 (2)

Diagrama, sistema eléctrico para hospitales pequeños (con un solo equipo de transferencia)

Figura 517-30 (3)

Diagrama, sistema eléctrico para sanatorios particulares

Figura 517-41 (1)

Diagrama, sistema eléctrico para sanatorios particulares, con un solo equipo de transferencia.

Figura 517-41 (3)

Diagrama, sistema eléctrico típico para sanatorios particulares

Figura 517-41 (2)

Extensión de lugares peligrosos (Clasificados), para procesos de inmersión abierta.-Sección 516-2(a)(4)

Figura -4

Lugares adyacentes a las aberturas en una cámara o cuarto de rocío cerrado.-Sección 516-2(a)

Figura -3

Lugares adyacentes a un cuarto con techo cerrado.-Sección 516-2(a)

Figura -2

Lugares adyacentes a un sistema abierto de rocío, Clase I o Clase II, división 2.-Sección 516-2(a)

Figura -1

Lugares Clase I, clasificaciones adyacentes(Para Tabla 514-2)

Figura -1

Terminal marina (Para Tabla 515-2)

Figura -1

CAPITULO 6.- EQUIPOS ESPECIALES

Sistema solar fotovoltaico

Figura 691-1

CAPITULO 7.- CONDICIONES ESPECIALES

Jerarquía de substituciones para cables	Figura 725-53
Jerarquía de substituciones para cables	Figura 760-53
Jerarquía de substituciones para cables	Figura 770-53

CAPITULO 8.- SISTEMAS DE COMUNICACION

Jerarquía de substituciones para cables	Figura 800-53
---	---------------

CAPITULO 9.- ALUMBRADO PUBLICO

Alcance	Figura 904-3 (c)
Componentes de un luminario tipico	Figura 904-3 (a)
Curvas de isocandelas	Figura 904-3 (ac)
Diagrama de intensidad de luminario en proyección azimutal	Figura 904-3 (e)
Diferentes tipos de lámparas	Figura 904-3
Dispersion	Figura 904-3 (d)
Efecto de parpadeo	Figura 905-8 (2)
Factores que afectan la luminancia externa de un túnel.	Figura 905-8
Pasos vehiculares.Términos asociados con iluminación de túneles	Figura 905-2
Términos asociados con iluminación de tuneles	Figura 905-2

CAPITULO 21.- LINEAS ELECTRICAS

Flecha en lineas electricas	Figura 2102
-----------------------------	-------------

CAPITULO 22.- LINEAS AEREAS

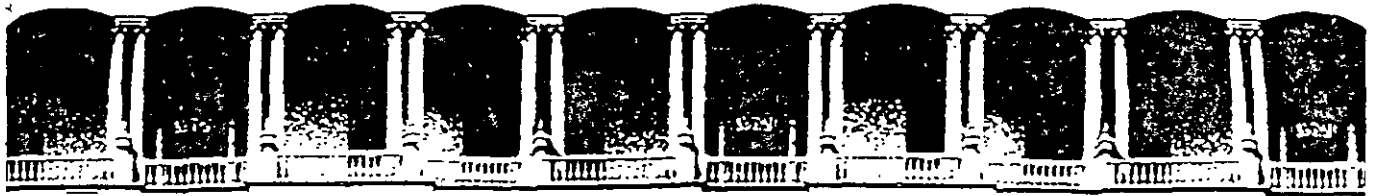
Localizacion de crucetas y espacios para trabajar	Figura 2202-10d
Separación minima vertical y horizontal	Figura 2202-4
Zonas geograficas de cargas mecanicas	Figura 2205-2

CAPITULO 23.- LINEAS SUBTERRANEAS

Caracteristicas del vehiculo para determinar la carga dinamica	Figura 2302-11 (a)
Identificación de cables	Figura 2303-9 (c) (3)

CAPITULO 24.- SUBESTACIONES

Distancias minimas a partes vivas descubiertas	Figura 2404-1 (a)
Uso de barreras como resguardo	Figura 2402-2 (c)



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
BAJO LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM - 001 - SEMP - 1994
(PARTE 2)**

TEMA:

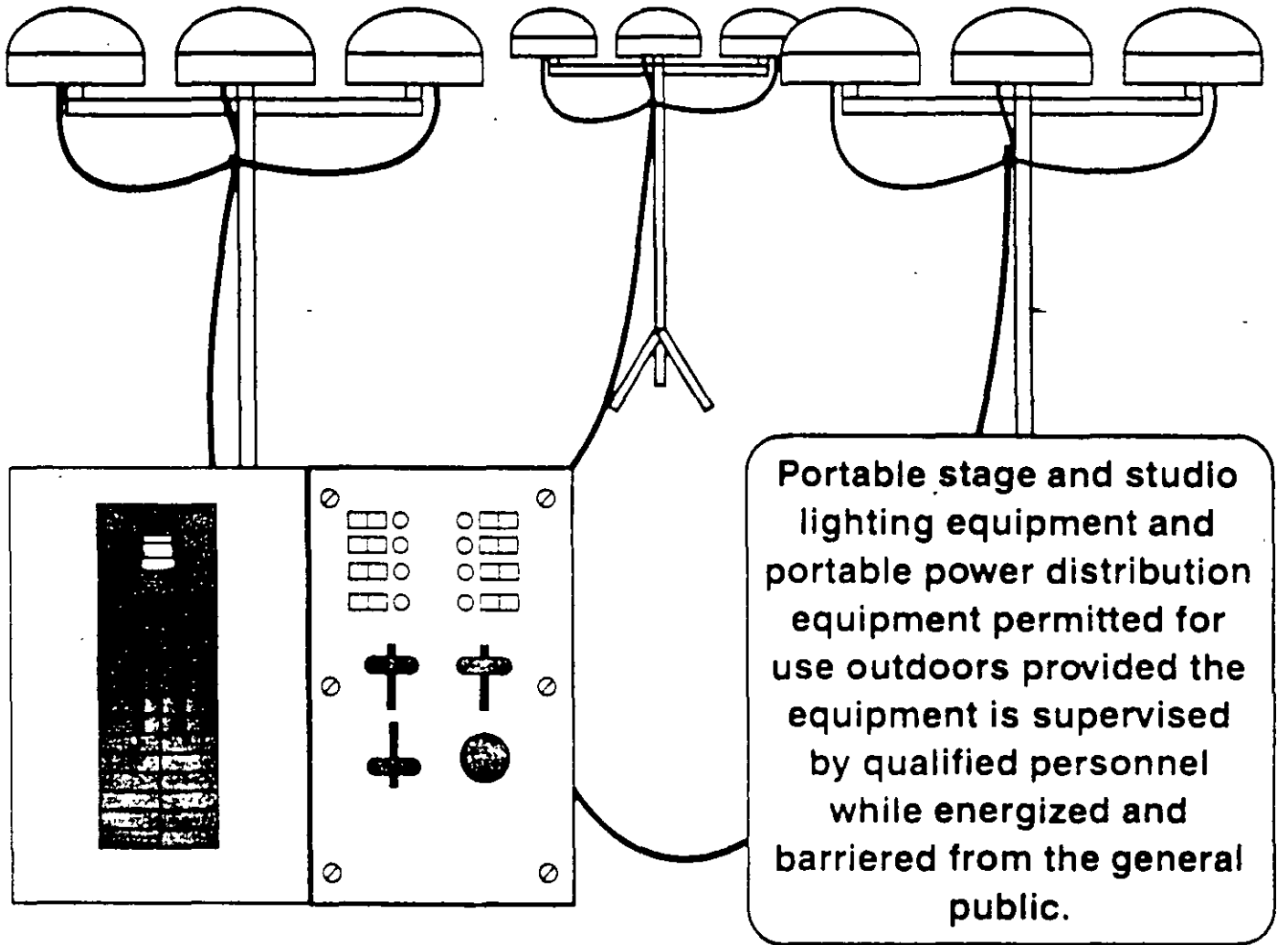
**ÁREAS DE AUDIENCIA EN TEATROS, CINES,
ESTUDIOS DE T.V. Y LUGARES SIMILARES**

**ING. JAVIER BROSA CURCO
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 1999**

AREAS DE AUDIENCIA EN
TEATROS, CINES, ESTUDIOS DE T.V.
Y LUGARES SIMILARES.

21 DE ABRIL DE 1999.

Section 520-10. Portable Equipment.



215-3 Protección contra sobrecorriente. Los alimentadores deben protegerse contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en la parte A del Artículo 240.

215-2 Capacidades de corriente y calibre mínimos. Los conductores alimentadores deben tener una capacidad de corriente no menor que la requerida para alimentar la carga por servir, calculada de acuerdo con las partes B, C y D del Artículo 220. Los calibres mínimos deben cumplir con los incisos (a) y (b) indicados a continuación en las condiciones que se estipulan. Los conductores alimentadores para una vivienda o una vivienda del tipo móvil, no requiere ser de capacidad superior a la de los conductores de la correspondiente acometida. Para el calibre de conductores y capacidad de corriente, ver las tablas 310-16 a 310-19 y sus *Notas*, para conductores de 0 a 2000 V.

a) Para circuitos específicos. La capacidad de los conductores del alimentador no debe ser menor de 30 A cuando la carga alimentada consista en los siguientes tipos de circuitos:

- 1) Dos o más circuitos derivados de 2 hilos servidos por un alimentador de 2 conductores.
- 2) Más de dos circuitos derivados de 2 hilos servidos por un alimentador de 3 conductores.
- 3) Dos o más circuitos derivados de 3 hilos servidos por un alimentador de 3 conductores.
- 4) Dos ó más circuitos derivados de 4 hilos servidos por un alimentador de 3 fases - 4 hilos.

b) Capacidad relativa de los conductores de la acometida. La capacidad de los conductores del alimentador no debe ser menor que la de los conductores de la acometida, cuando dichos conductores del alimentador transporten la carga total servida por conductores de la acometida cuya capacidad sea de 55 A o menos.

Nota 1: La caída de tensión global desde el medio de desconexión principal hasta la salida más alejada de la instalación, considerando alimentadores y circuitos derivados, no debe exceder del 5%; dicha caída de tensión se debe distribuir razonablemente en el circuito derivado y en el circuito alimentador, procurando que en cualquiera de ellos la caída de tensión, no sea mayor de 3%.

Nota 2: Véase la Sección 210-19 (a) para caída de tensión en circuitos derivados.

220-10 Disposiciones generales

a) **Capacidad de conducción de corriente y cálculo de cargas.** Los conductores alimentadores deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para alimentar a las cargas conectadas. En ningún caso la carga calculada de un alimentador debe ser menor que las cargas de los circuitos derivados alimentados, como se determina en la parte A de este Artículo y después de aplicar cualquiera de los factores de demanda permitidos por las partes B, C y D.

Nota: Véase la Sección 220-16 para la aplicación de factores de demanda de aparatos de bajo consumo y de cargas de lavanderías de uso doméstico.

b) **Cargas continuas y no continuas.** Cuando un alimentador sirve cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, el valor nominal del dispositivo de sobre corriente no debe ser menor que la suma de las cargas no continuas más el 125% de la cargas continuas.

Excepción: Cuando en una instalación, los dispositivos de protección contra sobrecorriente del alimentador o alimentadores, están aprobados para operar al 100% de su capacidad nominal. Ni la capacidad nominal en amperes del dispositivo de sobrecorriente ni la capacidad del conductor alimentador debe ser menor que la suma de las cargas continuas, más las cargas no continuas.

220-22 Carga del neutro del alimentador. La carga del neutro del alimentador será el desequilibrio máximo de la carga determinada por esta Sección. La carga máxima de desbalanceo del neutro de un alimentador debe ser la carga máxima conectada entre el neutro y cualquiera de los conductores sin conexión a tierra se exceptuará los sistemas de dos fases de cinco hilos, en cuyo caso la carga así calculada debe multiplicarse por 140% para sistemas de tres hilos dos fases ó cinco hilos dos fases.

Para un alimentador que sirva a cocinas eléctricas de uso doméstico, hornos empotrados en la pared, unidades de cocina y secadoras eléctricas, el desequilibrio máximo de la carga será el 70% de la carga entre conductores activos que se determina según la tabla 220-19 para cocinas y la tabla 220-18 para secadoras.

Para los sistemas de corriente continúa de tres hilos o de corriente alterna monofásicos, trifásicos de cuatro hilos y de dos fases de cinco hilos se puede aplicar un factor de demanda de 70% a la corriente de desbalanceo que sea mayor de 200 A. No habrá reducción de la capacidad de corriente del neutro para la parte de carga que corresponde a alumbrado con lámparas de descarga eléctrica, procesadores de datos, y equipo similar alimentado por un sistema trifásico de cuatro hilos conectados en estrella (Y). Los sistemas trifásicos no aterrizados o de trifásicos de dos hilos y cuatro hilos y tres fases y además sistemas conectados en estrella.

Nota1: Véase ejemplos 1 (a), 1 (b), 2 (b), 4 (a) y 5 (a) del Capítulo 10.

Nota 2: En donde un sistema de potencia de 3 ó 4 hilos que alimenten un sistema de potencia de cómputo u otras cargas eléctricas similares será necesario que el sistema sea diseñado para que no sea afectado por altas armónicas de corrientes en el neutro.

230-42 Area de la sección transversal y capacidad de conducción de corriente.

a) **Generalidades.** Los conductores de entrada de acometida deben tener una área de sección transversal suficiente para la carga calculada de acuerdo con el Artículo 220. La capacidad de conducción de corriente se debe determinar de acuerdo a lo indicado en la Sección 310-15.

Excepción: La corriente máxima permisible de electroductos aprobados debe ser aquella para la cual el electroducto está certificado o etiquetado.

230-90 Como parte integrante del medio de desconexión principal o adyacente al mismo, el usuario debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente en su instalación. Este dispositivo de protección puede ser un juego de fusibles o un interruptor automático, ambos de capacidad interruptiva adecuada al cortocircuito máximo que se pueda presentar. En cualquier caso, deben satisfacerse los requisitos generales de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que establece la Sección 240-3 *Excepción No 1* y 240-6.

Excepción No.1: Para corriente de arranque de motores, puede utilizarse una capacidad conforme con las secciones 430-52, 430-62 ó 430-63.

Excepción No.4: Bombas de incendio. Cuando se considere que el cuarto de las bombas de contra incendio está fuera de los inmuebles, no se aplicarán estos requisitos. La protección de sobrecorriente para las acometidas a bombas de incendio debe ser escogida o ajustada para poder soportar, durante un tiempo indefinido, la corriente de rotor bloqueado del motor o de los motores.

520-25. Atenuadores. Los atenuadores deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes:

(a) **Desconexión y protección contra sobrecorriente.** Cuando los atenuadores se instalen en conductores activos, cada atenuador debe tener una protección contra sobrecorriente no mayor al 125 por ciento de la capacidad nominal del atenuador, y debe desconectarse de todos los conductores activos cuando el interruptor individual que lo alimenta se encuentre en posición de abierto.

520-27. Alimentadores de tableros de escenarios.

Los alimentadores para tableros de escenarios debe ser uno de los siguientes:

(a) **Alimentador individual.** Un alimentador individual desconectado por un dispositivo de desconexión individual. El neutro de un alimentador de sistemas de atenuación de estado sólido de 3 fases, 4 hilos, debe considerarse portador de corriente.

(b) **Alimentadores múltiples de tableros de escenario intermedios (tableros de repuesto).** Se permiten alimentadores múltiples en cantidad ilimitada, siempre que todos ellos formen parte de un sólo sistema. Cuando se combinen, los conductores neutros en una canalización dada deben tener la suficiente capacidad de conducción de corriente para llevar la máxima corriente de desbalance de los múltiples alimentadores en la misma canalización, pero no necesariamente mayor que la capacidad de conducción de corriente del neutro alimentador del tablero de escenario primario. Los conductores neutros que se pongan en paralelo deben cumplir con la sección 310-4.

El neutro de los alimentadores que suministran a un sistema atenuador de 3 fases, 4 hilos, debe considerarse como un conductor portador de corriente.

(c) **Alimentadores separados para tableros de escenario primarios individuales (banco de atenuadores).** Las instalaciones con alimentadores separados a tableros de escenario primarios individuales deben tener un medio de desconexión para cada alimentador. El tablero de escenario primario debe tener una marca permanente y visible estableciendo el número y localización de los medios de desconexión. Si los medios de desconexión se extienden en más de un tablero de distribución, el tablero de escenario primario debe tener medios de identificación que correspondan a estas distintas ubicaciones. El conductor neutro de alimentadores a sistemas de atenuación de estado sólido de 3 fases, 4 hilos, se considera un conductor portador de corriente.

Para determinar la capacidad de alimentación a tableros, se permite considerar la carga máxima que el tablero controla en una instalación dada, siempre que los alimentadores al tablero estén protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente con un valor nominal no mayor a la capacidad de conducción de corriente del alimentador, y que la apertura del dispositivo contra sobrecorriente no tenga ningún efecto sobre la salida de sistemas de iluminación de emergencia.

(Para calcular los alimentadores para cargas de tableros de escenario, ver la sección 220-10)

530-18 Protección contra sobrecorriente - Tiempo corto *

* (Una consideración especial se da a los estudios de cine y similares, debido a que los periodos de filmación son de corta duración).

Generales. Los dispositivos de protección contra sobrecorrientes (interruptores termomagnéticos o fusibles) para la iluminación de escenarios de estudios de cine y sus respectivos cables de alimentación deben cumplir con (a) y hasta (f).

(a) **Cables de escenario.** Los cables para la iluminación del escenario deben protegerse con dispositivos contra sobrecorrientes ajustados a no más del 400 por ciento de la capacidad de conducción de corriente dada en las tablas aplicables de los Artículos 310 y 400.

(b) **Alimentadores.** En edificaciones usadas para producción cinematográfica, los alimentadores desde la subestación a los escenarios deben protegerse con dispositivos contra sobrecorriente (generalmente localizados en la subestación) de valores apropiados. Dichos dispositivos pueden ser multipolares o unipolares. No se requiere un dispositivo contra sobrecorriente en el conductor neutro. El ajuste del dispositivo contra sobrecorriente de cada alimentador no debe exceder del 400 por ciento de la capacidad de conducción de corriente del alimentador, como se da en las tablas aplicables del artículo 310. Estos ajustes no se permiten cuando el equipo opera por periodos mayores a 20 minutos.

(c) **Tableros de locación.** Debe proveerse protección contra sobrecorriente (fusibles o interruptores termomagnéticos) en los "tableros de locación". Los fusibles en los "tableros de locación" deben tener un valor no mayor al 400 por ciento de la capacidad de conducción de corriente de los cables entre los "tableros de locación" y las cajas de contactos.

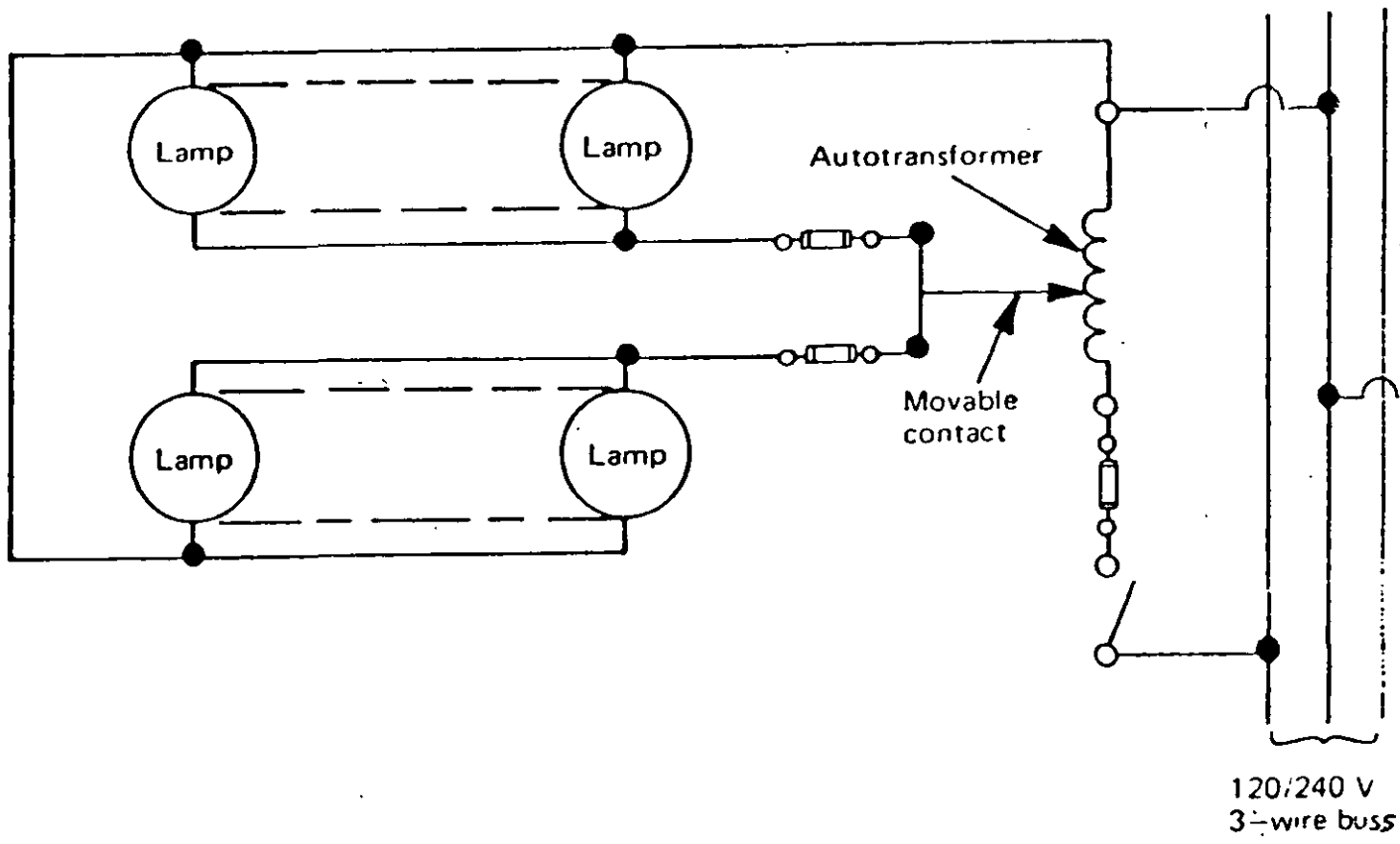
(d) **Cajas de contactos.** Los cables y cordones de las cajas de contactos deben ser de cobre. Los cables y cordones menores a 8.37 mm² (8 AWG) deben sujetarse a la caja de contactos mediante una clavija conteniendo 2 cartuchos fusibles o un interruptor termomagnético bipolar. El valor de estos fusibles o el ajuste del interruptor termomagnético no deben superar el 400 por ciento de la capacidad de conducción de corriente de los cables y cordones dada en las tablas aplicables de los Artículos 310 y 400. Las cajas de contactos no se permiten en sistemas de corriente alterna.

(e) **Cajas de distribución de corriente alterna.** Las cajas de distribución de corriente alterna usadas en los estudios de sonido y filmación deben tener contactos del tipo polarizado y aterrizado.

(f) **Iluminación.** Las luces de trabajo, lámparas de pie y luminarias, cuando se conecten a cajas de contactos, se deben hacer mediante clavijas con 2 cartuchos fusibles no mayores de 20 A, o pueden conectarse a contactos especiales en circuitos protegidos por fusibles o interruptores termomagnéticos de valor nominal no mayor a 20 A. Las clavijas fusibles no se deben usar a menos que estén en el lado de carga del fusible o interruptor termomagnético en los "tableros de locación".

530-19 Dimensionamiento de alimentadores para estudios de televisión.

(a) **Generales.** Se permite aplicar los factores de demanda listados en la Tabla 530-19(a) a la porción de la carga máxima posible conectada para la iluminación del estudio para todos los alimentadores permanentemente instalados entre el tablero del escenario principal y los centros de carga del escenario o tableros de locación.



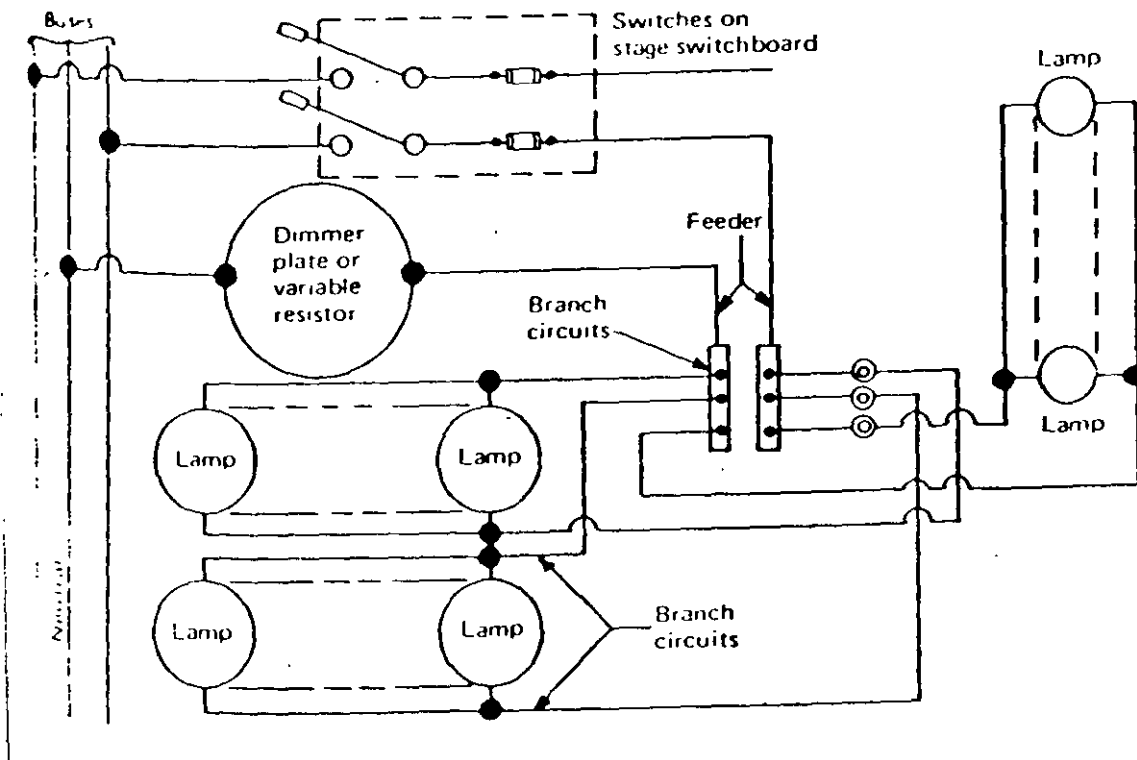
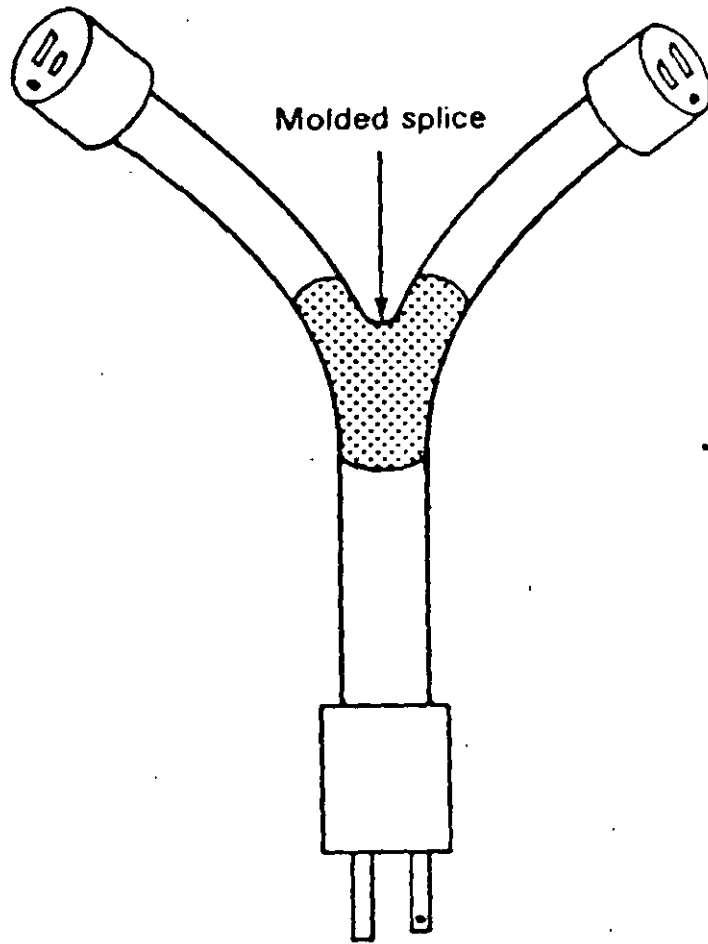


Figure 520-3. A schematic diagram of a typical stage switchboard illustrating connections for control switches, dimmer plate, and one section of a magazine panel showing feeder and branch-circuit connections for control of three lighting circuits.



*Figure 520-9. A two-fer consists of two cord connectors
arate cords connected to a single supply cord.*

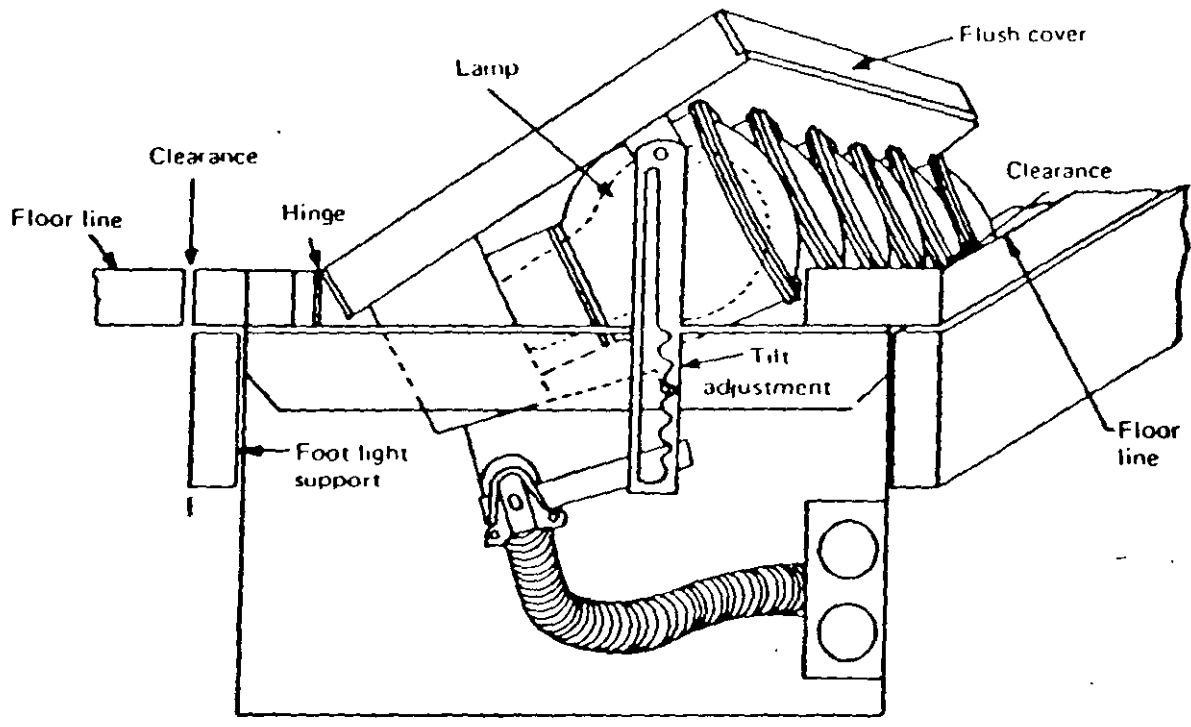


Figure 520-5. To prevent heat entrapment, disappearing footlight are arranged to automatically disconnect the current supply when in closed position.

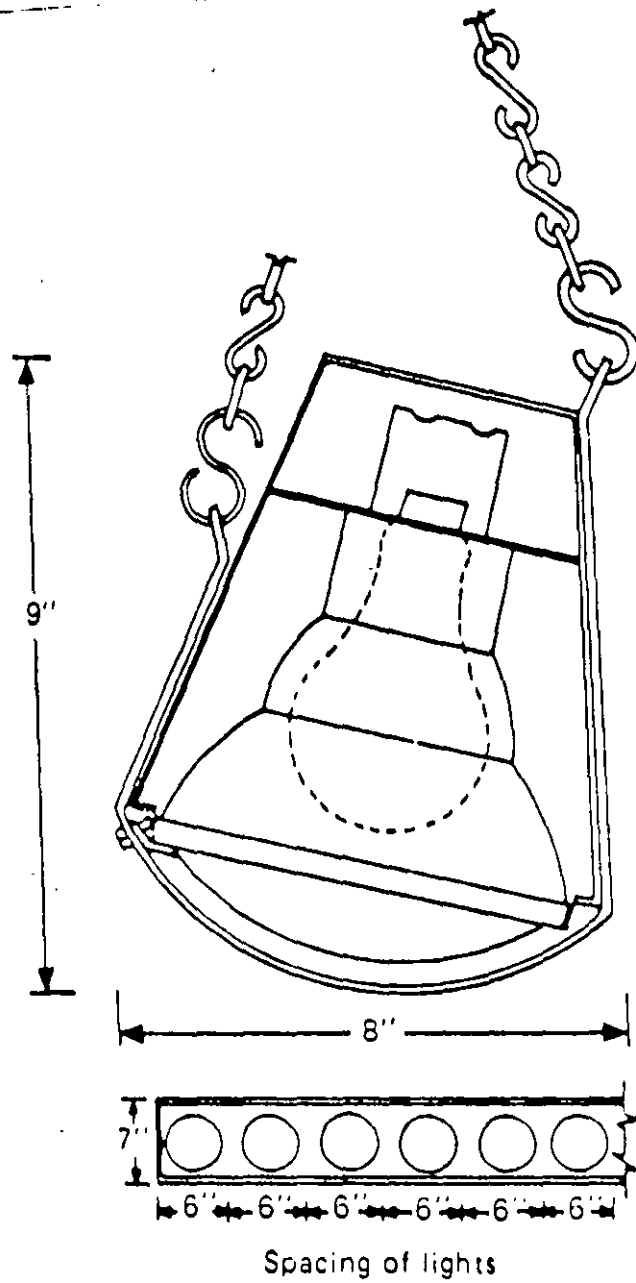


Figure 520-7. A cross-sectional view of a typical light fixture assembly shown in Figure 520-6. (Kliegl Bros.)

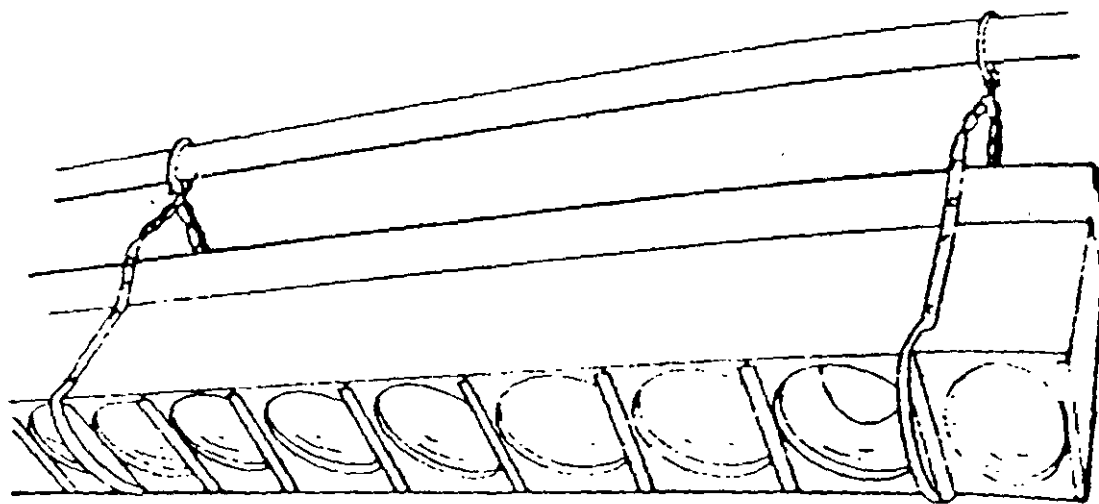
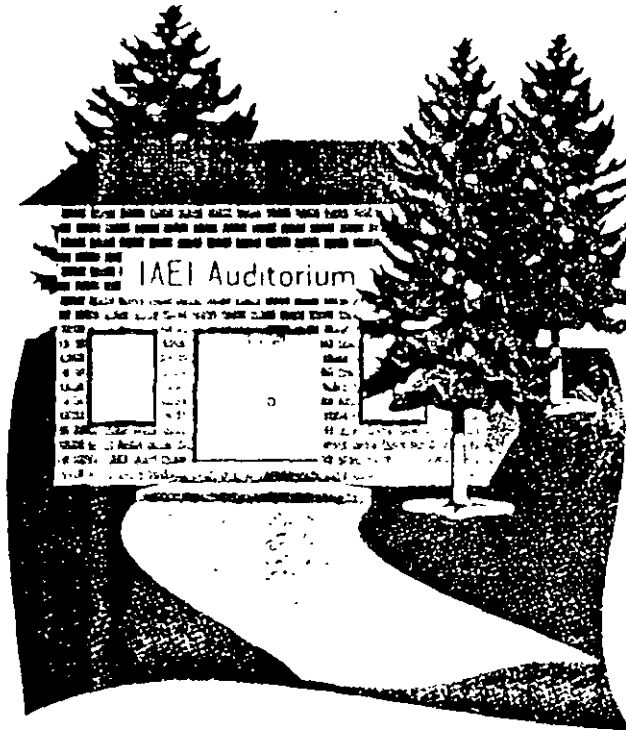


Figure 520-6. A suspended border-light assembly for installation over a stage. (Kliegl Bros.)

Section 518-4(a)

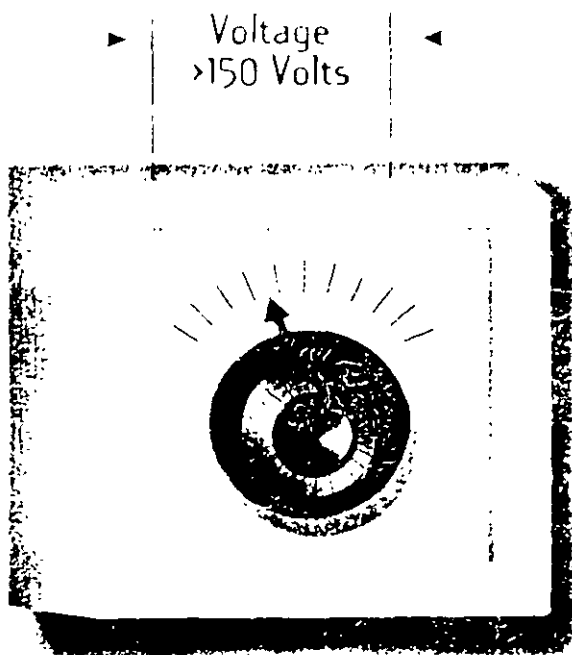


Fixed wiring methods generally recognized in places of assembly include:

- ◆ Metal raceways
- ◆ Flexible metal raceways
- ◆ Nonmetallic raceways encased in not less than 2 in. concrete
- ◆ Type MI cable
- ◆ Type MC cable
- ◆ Type AC cable containing insulated equipment grounding conductor.

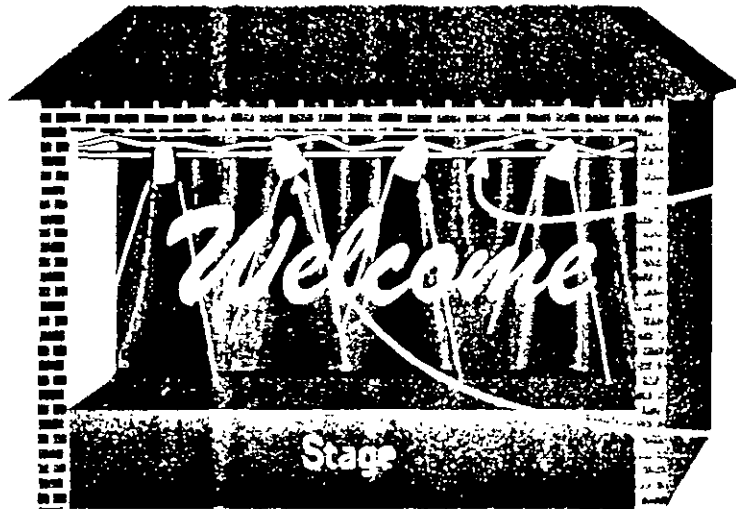
Other methods recognized for non-rated construction or spaces with finish rating.

Section 520-25



Solid-state-type dimmers that operate at voltage in excess of 150 volts between conductors must be specifically listed for higher voltage operation

Section 520-44

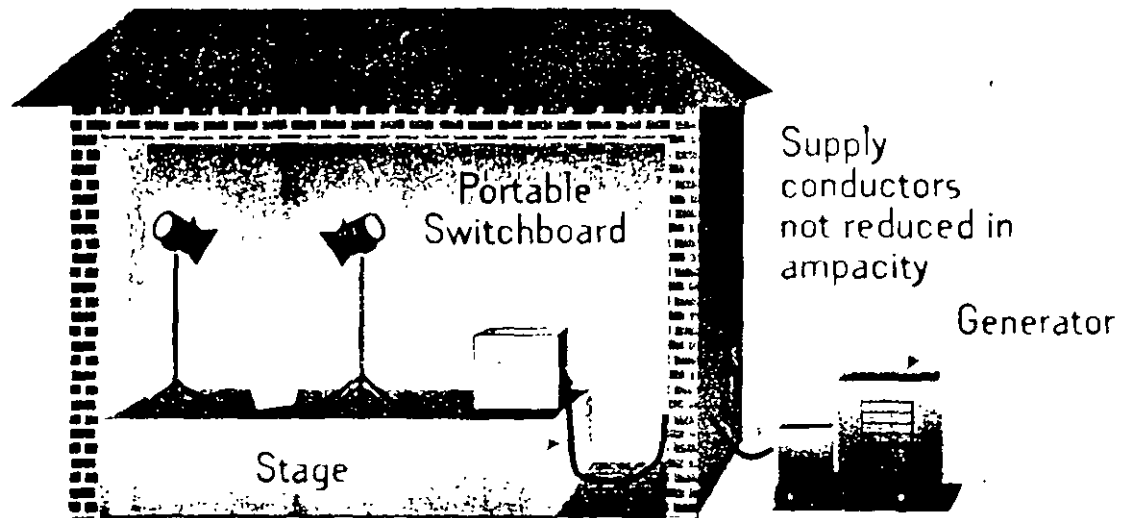


Supply cord

Border lights

Maximum load current in conductor with ampacity determined by Table 520-44 not to exceed values in Table 520-44.

Section 520-53(h)(5)

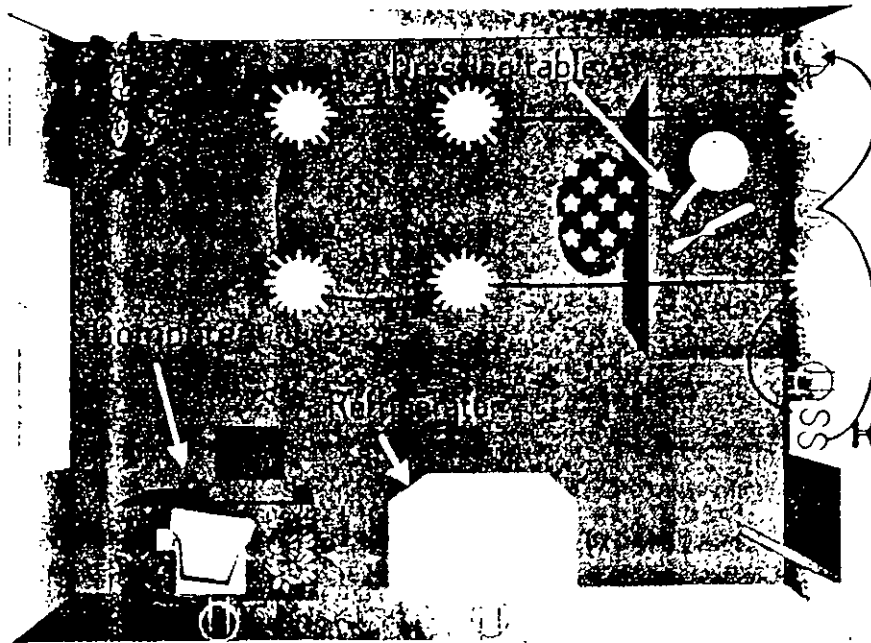


If wall is fire -
resistant-rated,
comply with Section
300-21.

Supply conductors permitted
to pass through holes in walls
specifically designed for the
purpose.

Section 520-73

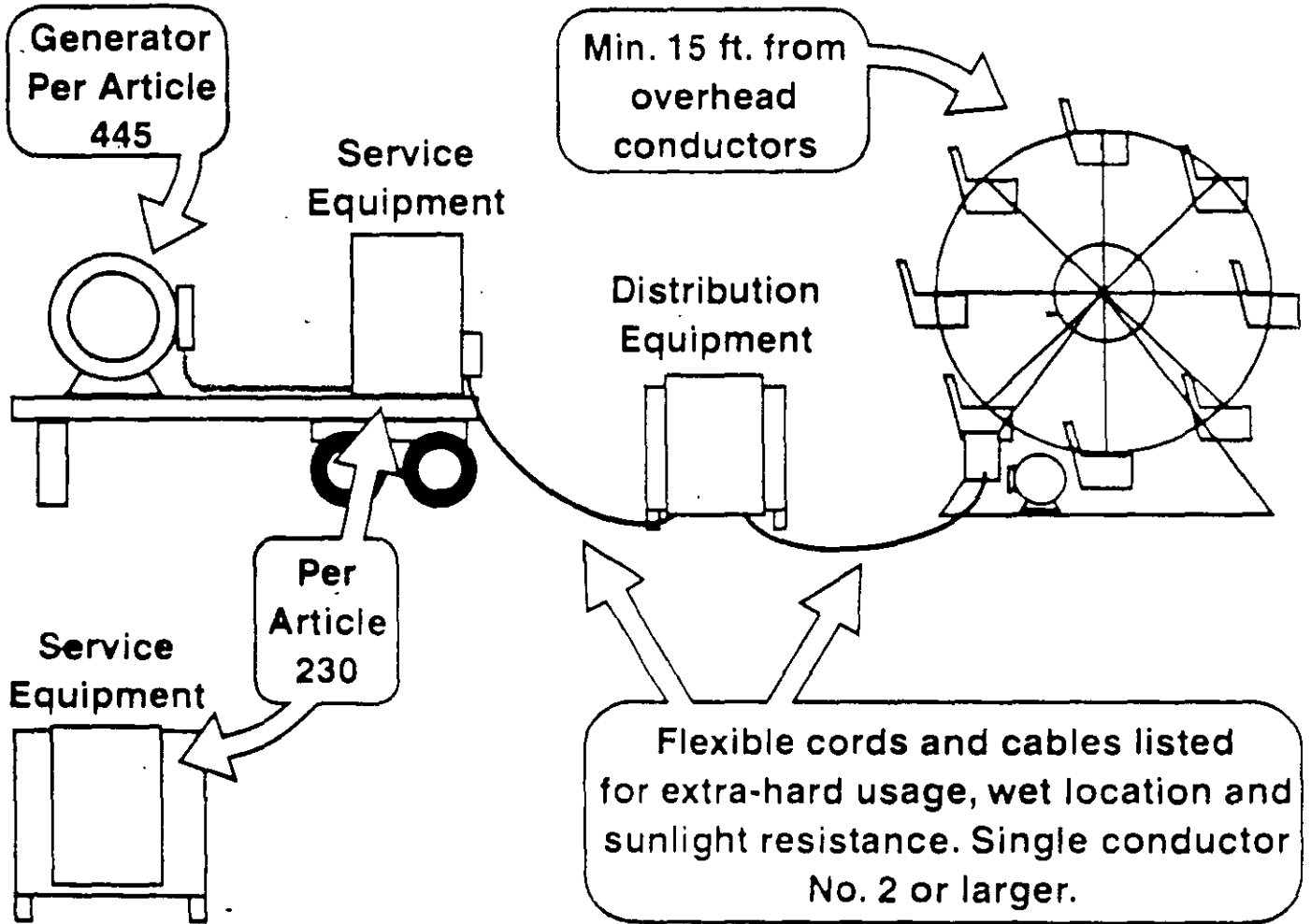
Dressing room



All lights and any receptacles adjacent to mirror(s) and dressing table counter to be controlled by wall switches in the dressing room.

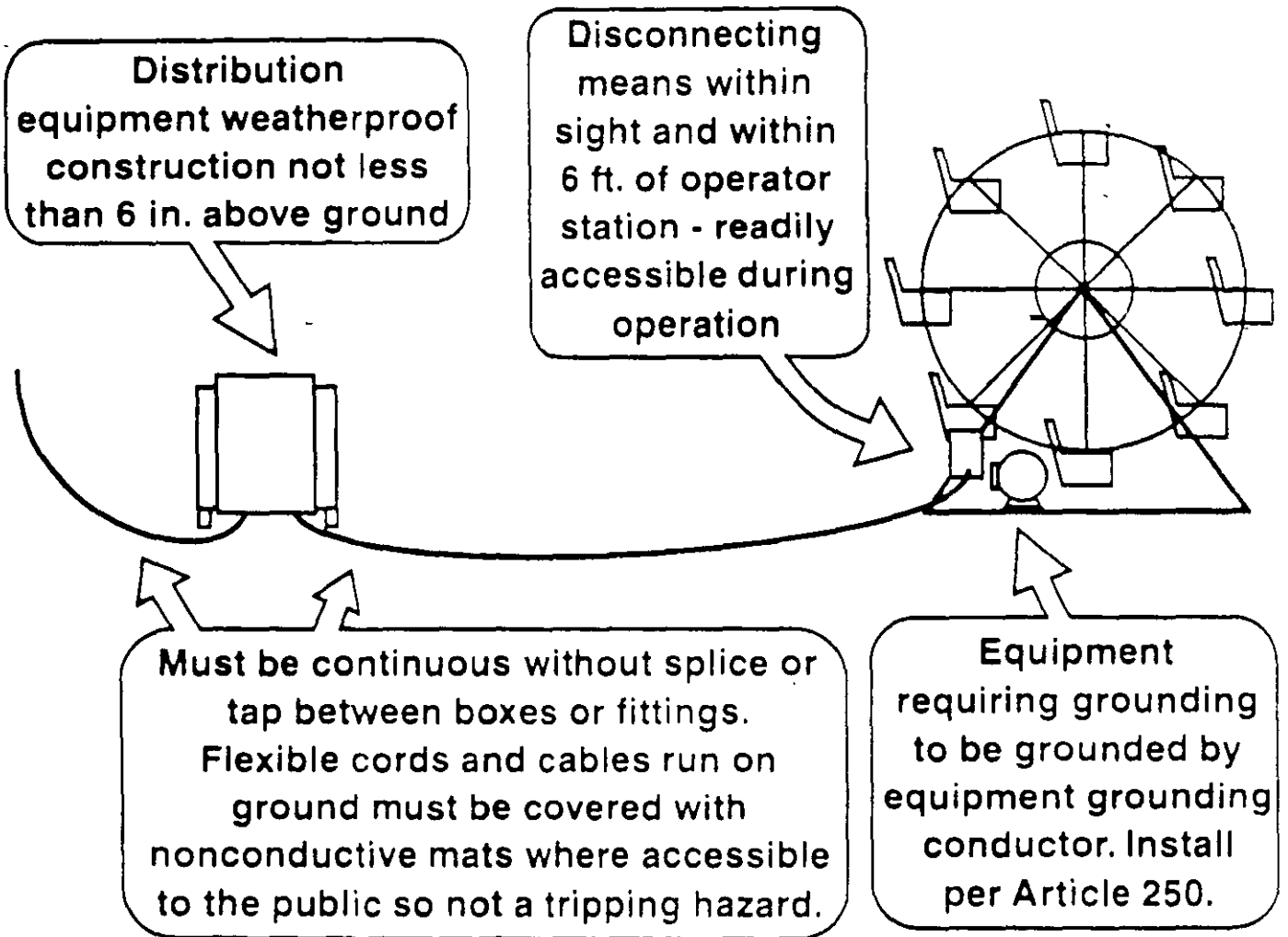
Other outlets in dressing room not required to be switched.

Article 525 Carnivals, Circuses, Fairs and Similar Events

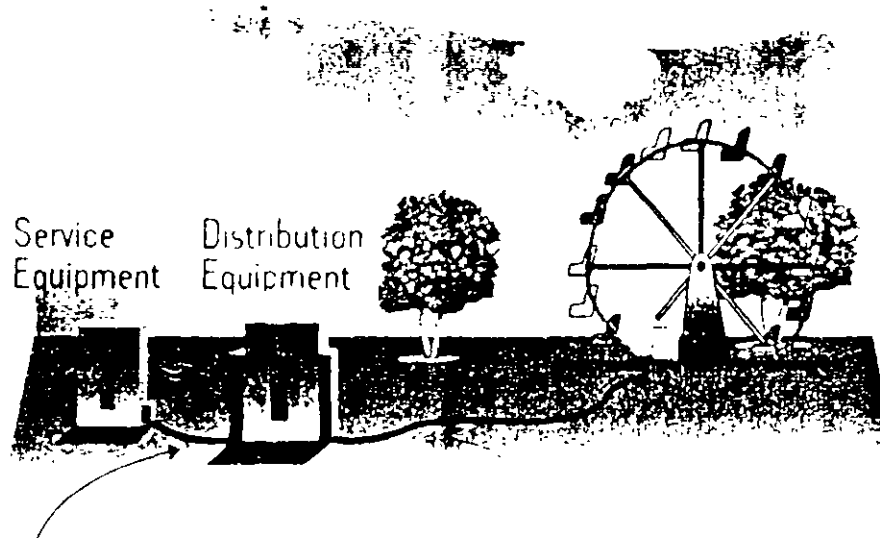


Article 525

Carnivals, Circuses, Fairs and Similar Events



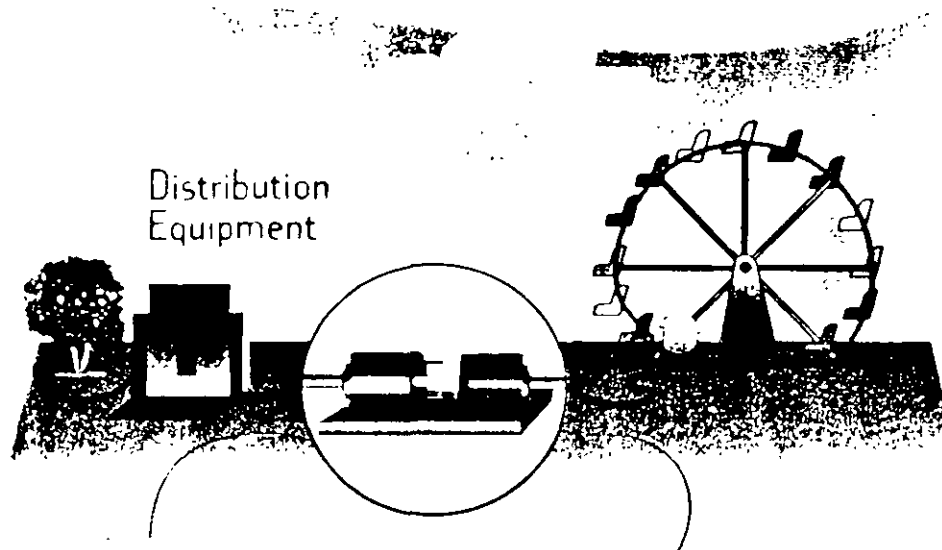
Section 525-13(a)



Flexible cords and cables listed for extra-hard usage. Where not subject to physical damage, may be listed for hard usage.

Where used outdoors, flexible cord and cable to be listed for wet locations and sunlight resistant.

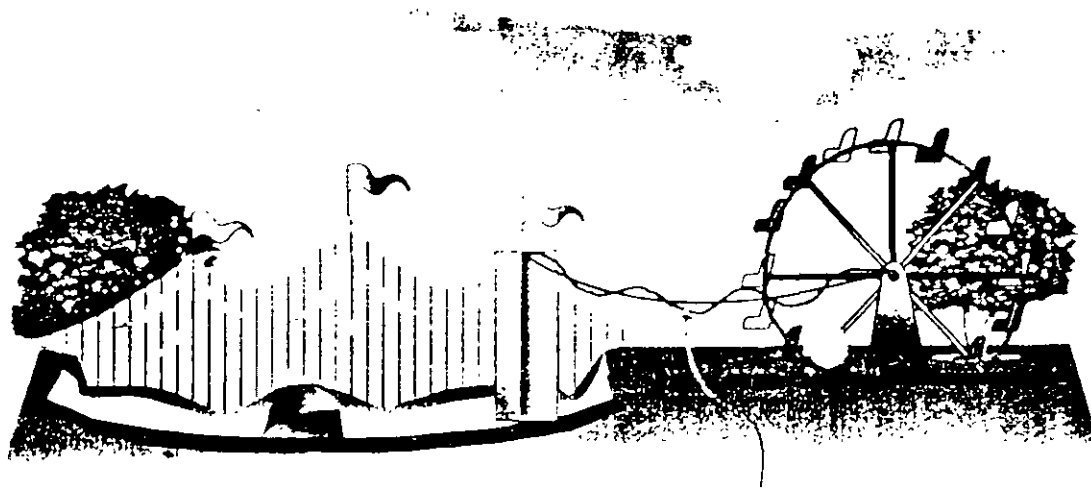
Section 525-13(d)



Cord connectors shall not be laid on ground unless listed for wet locations.

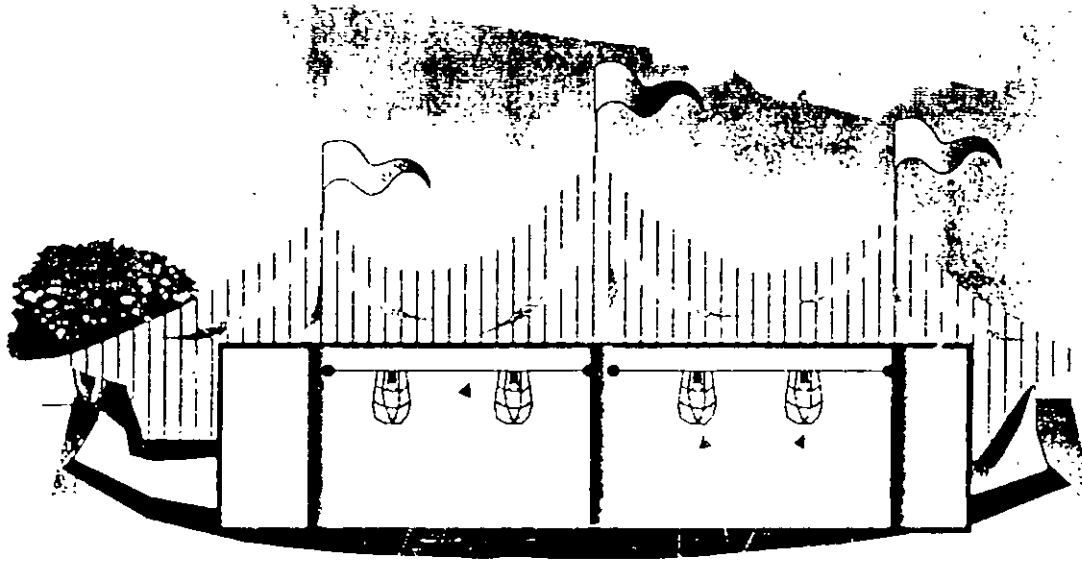
Connectors and cable connections not placed in audience traffic paths or areas accessible to public unless guarded.

Section 525-13(e)



Wiring for amusement ride, attraction, tent or similar structure not to be supported by any other ride or structure unless specifically designed for the purpose.

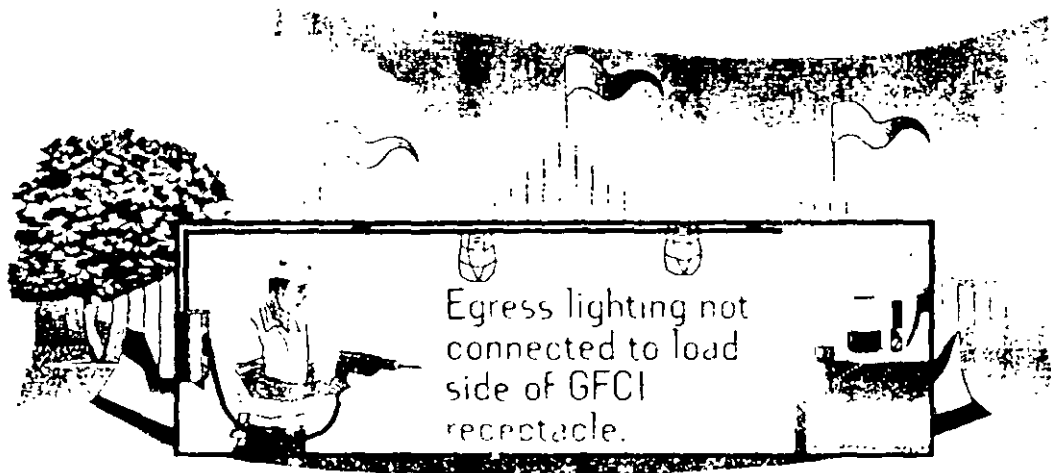
Section 525-13(g)



Wiring for temporary wiring inside of tents and concessions securely installed, and where subject to physical damage shall be provided with mechanical protection.

All temporary lamps for general illumination protected by suitable fixture or lampholder with guard.

Section 525-18



All 125-volt, single-phase, 15- and 20- ampere receptacle outlets in use by personnel to have GFCI protection for personnel.

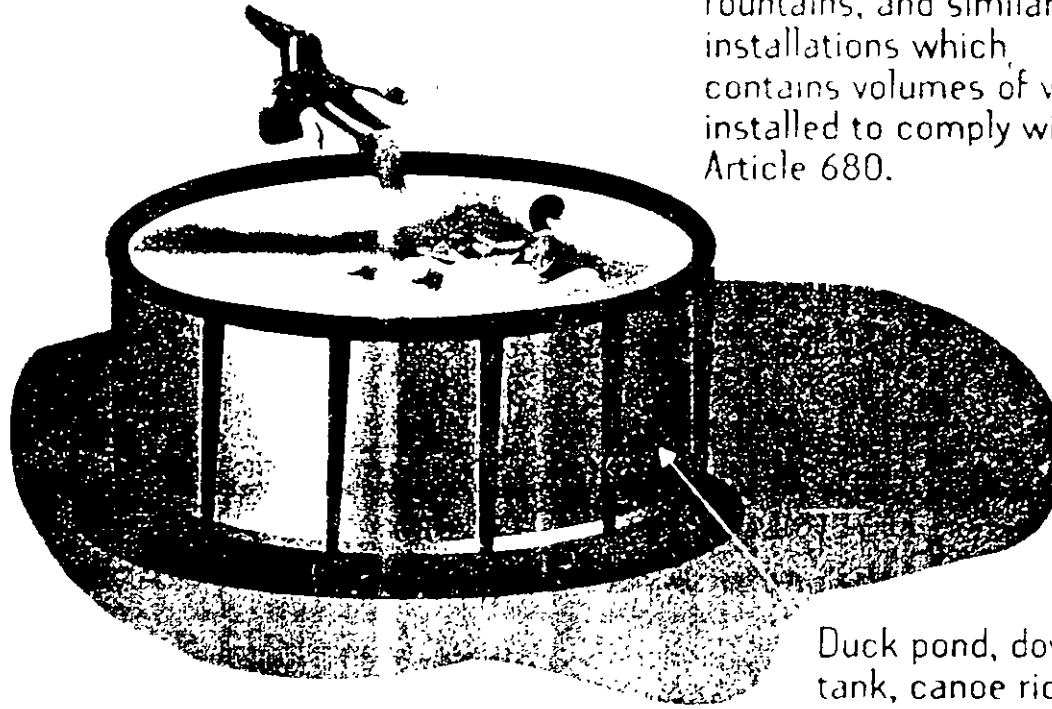
GFCI may be integral part of an attachment plug or in the cord within 12" of the plug.

Receptacles supplying items such as cooking and refrigerator equipment which are incompatible with GFCI devices NOT required to have GFCI protection.

Other receptacles permitted to have GFCI protection or written procedure to ensure safety of personnel.

Section 525-40

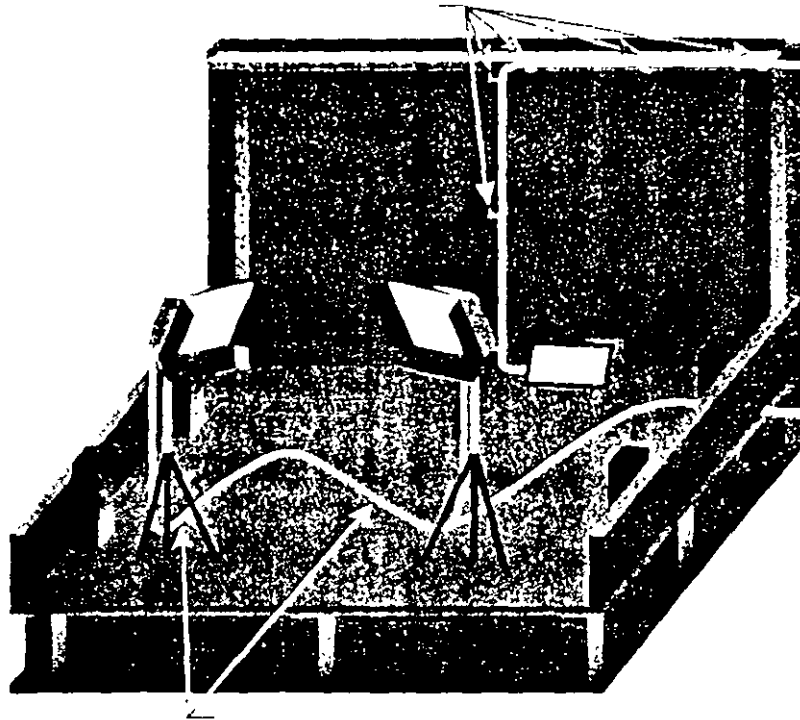
Attractions utilizing pools, fountains, and similar installations which contains volumes of water installed to comply with Article 680.



Duck pond, dowsing tank, canoe ride, bumper boat, and similar attraction.

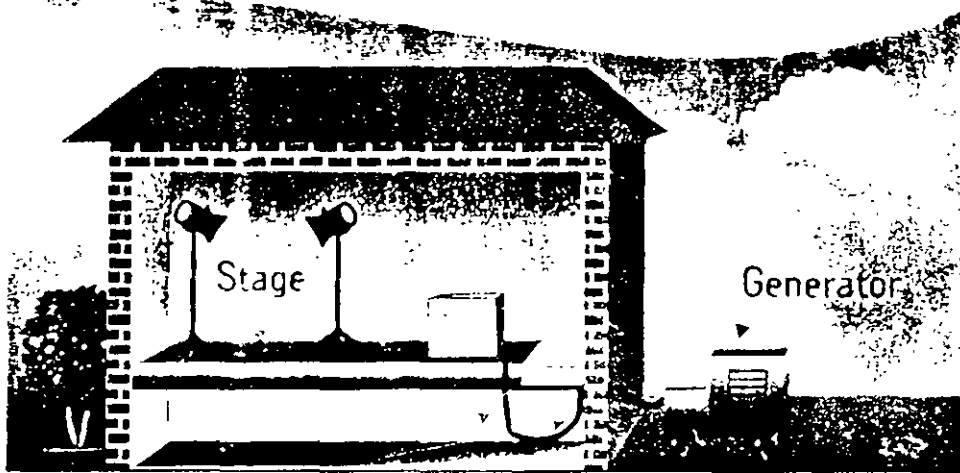
Section 530-12

Wiring for stage effects and electrical equipment used as stage properties permitted to be single- or multiconductor listed cords or cables protected from physical damage and secured to scenery by approved cable ties or insulated staples.



Wiring for stage set lighting and supply wiring not fixed is to be listed hard usage flexible cords and cables. Where subject to physical damage, listed extra-hard usage cords and cables required.

Section 530-18(c)

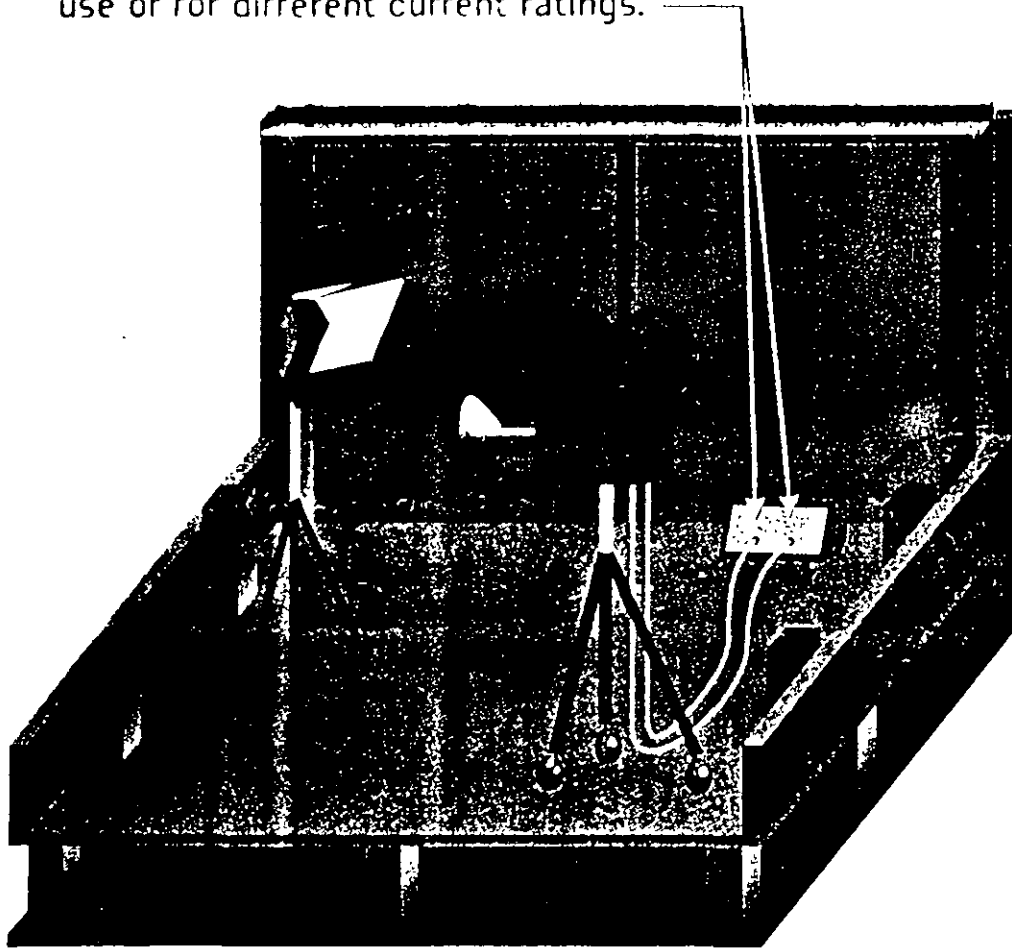


Portable feeder cables may temporarily penetrate fire-rated walls, floors, or ceilings provided that:

1. Openings are of non-combustible materials
2. When in use, penetration sealed with temporary seal of listed firestop material.
3. When not in use, opening capped with material of equivalent fire rating.

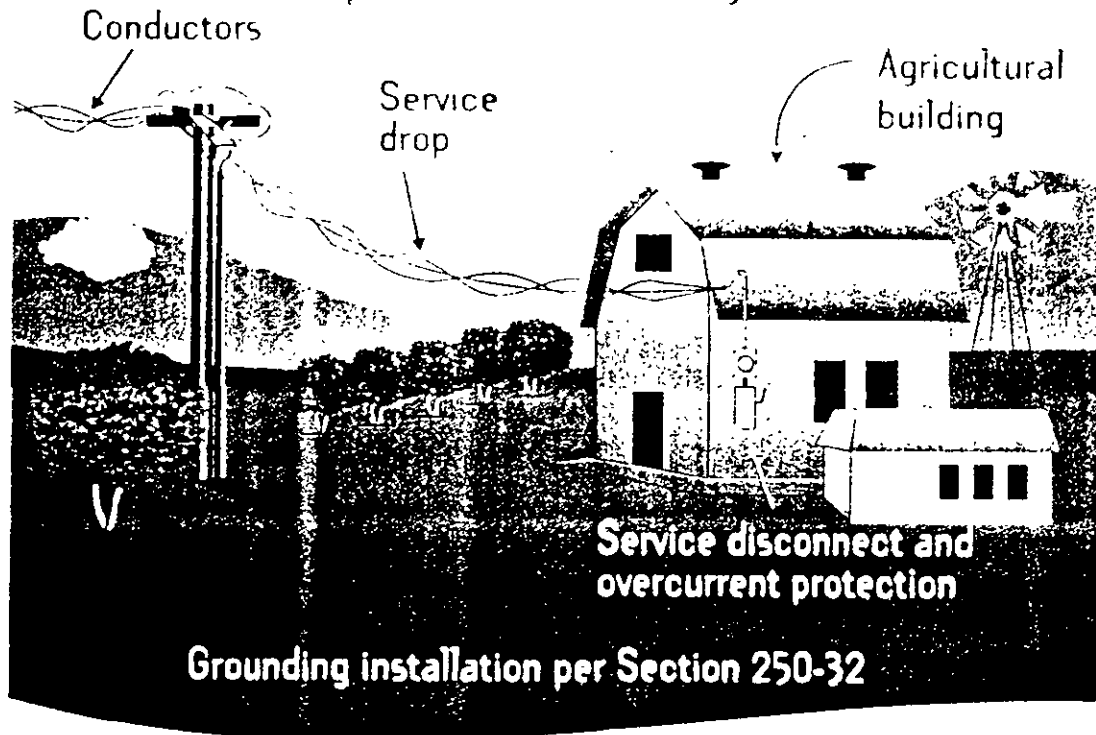
Section 530-22(b)

Single-pole separable connectors used in portable professional motion picture and TV equipment permitted to be interchangeable for ac or dc use or for different current ratings.



Section 547-8(a)

Disconnecting means and overcurrent protection at a building(s)



ATENUADOR (DESCONECTADORES Y PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE) 520-25

Los elementos de circuito que alimentan a un atenuador ubicado en un banco de atenuadores se calculan con el 125% de capacidad de corriente de dichos atenuadores.

Ejemplo: Cuál es el tamaño de la protección contra sobrecorriente y medio de desconexión que se requiere para una de los atenuadores de la figura ?

CALCULANDO LA PROTECCION Y DESCONECTADOR DEL ATENUADOR.

PASO 1: Encontrar la corriente (A) del atenuador 520-25 (a)
atenuador = 23 A. c/u

PASO 2: Calcular la corriente (A) para la protección y el desconectador.
520-25(a)
 $23 \text{ A.} \times 125\% = 28.75 \text{ A.}$

PASO 3: Seleccionando la protección y el desconetador.
520-25(a): 240-6(a)
28.75 A. requiere 30 A

SOLUCION: El tamaño de la protección contra sobrecorriente y el desconector deben ser de 30 A.

TABLEROS DE LOCACION (PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE) 530-18 (e)

La protección contra sobrecorriente del conductor que alimenta los tableros de locación pueden ser calculados hasta un 400% de la capacidad de corriente del conductor.

Ejemplo: Cual es el rango de ajuste de una protección contra sobrecorriente del alimentador de la subestación al tablero de locación de la figura ?.

CALCULANDO EL AJUSTE DE LA PROTECCION DEL ALIMENTADOR

PASO 1: Seleccionando los conductores para el alimentador
310-10; tabla 310-16
267 A requiere 300 KCMIL de CU

PASO 2: Calculando el ajuste
530-18(b); (c)
 $285 \text{ A } (\#300 \text{ KCMIL}) \times 400\% = 1140 \text{ A.}$

SOLUCION: El ajuste de la protección del alimentador es 1140 Amps.

ESTUDIOS DE TELEVISION 530-19(a)

Los circuitos y elementos utilizados para alimentar las cargas de alumbrado de un estudio de televisión se calculan en base a los factores de demanda de las cargas conectadas.

Ejemplo: Cual es la carga demandada en amperes para el circuito alimentador de la figura ?

CALCULANDO LA CARGA DEMANDADA EN AMPERES

PASO 1: Calculando los VA del circuito alimentador.
Carga = 250 000 VA

PASO 2: Aplicando los factores de demanda
530-19(a); tabla 530-19(a)

Primeros	50 000 VA	x	100%	=	50 000 VA
De 50 001 a 100 000	VA	x	75%	=	37 500 VA
De 100 001 a 200 000	VA	x	60%	=	60 000 VA
Restantes	50 000 VA	x	50%	=	25 000 VA

TOTAL "A" = 172 500 VA

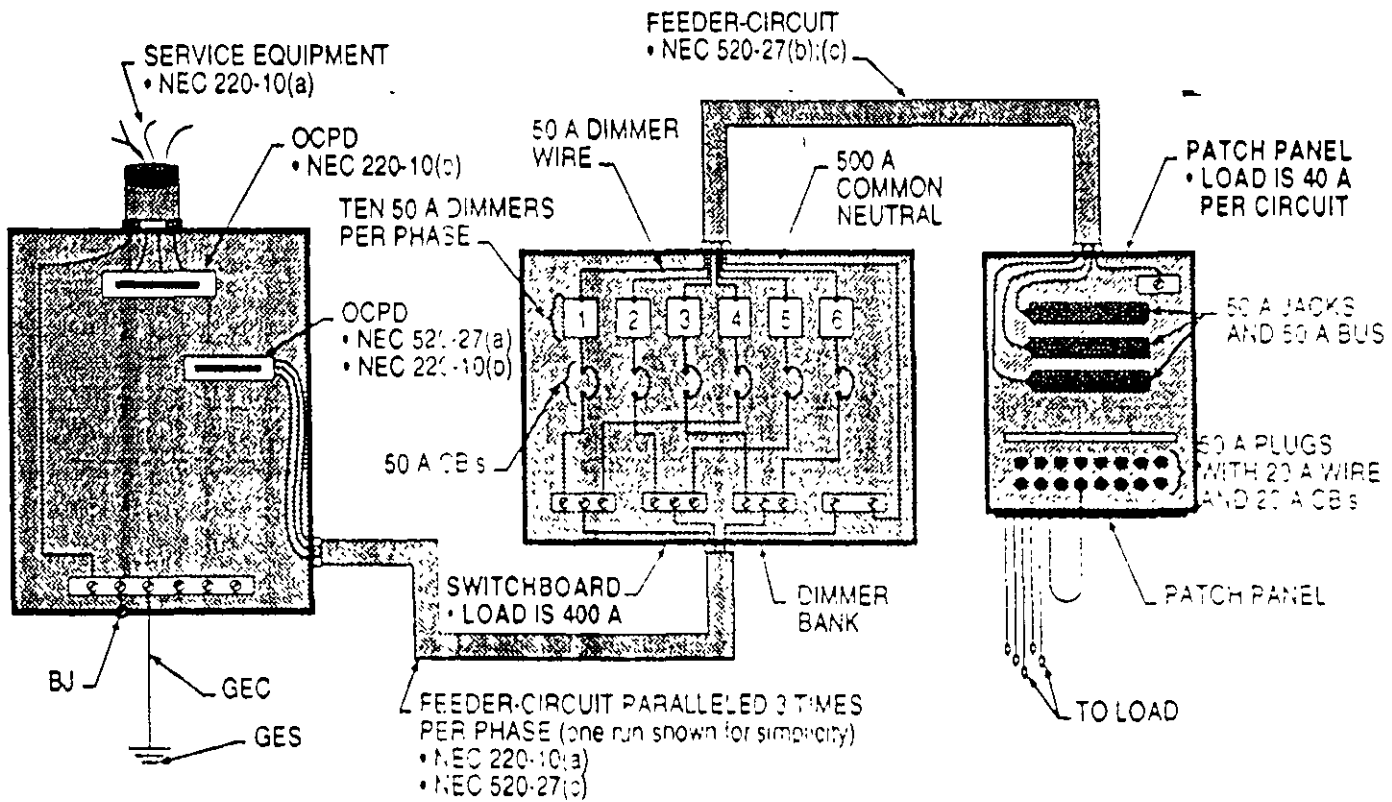
PASO 3: Calculando los Amps del circuito alimentador
 $A = 172\,500 \text{ VA} / 208 \times 1.73$
= 479.2 A.

SOLUCION: La carga demandada en amperes para el circuito alimentador es de 479.2 Amps.

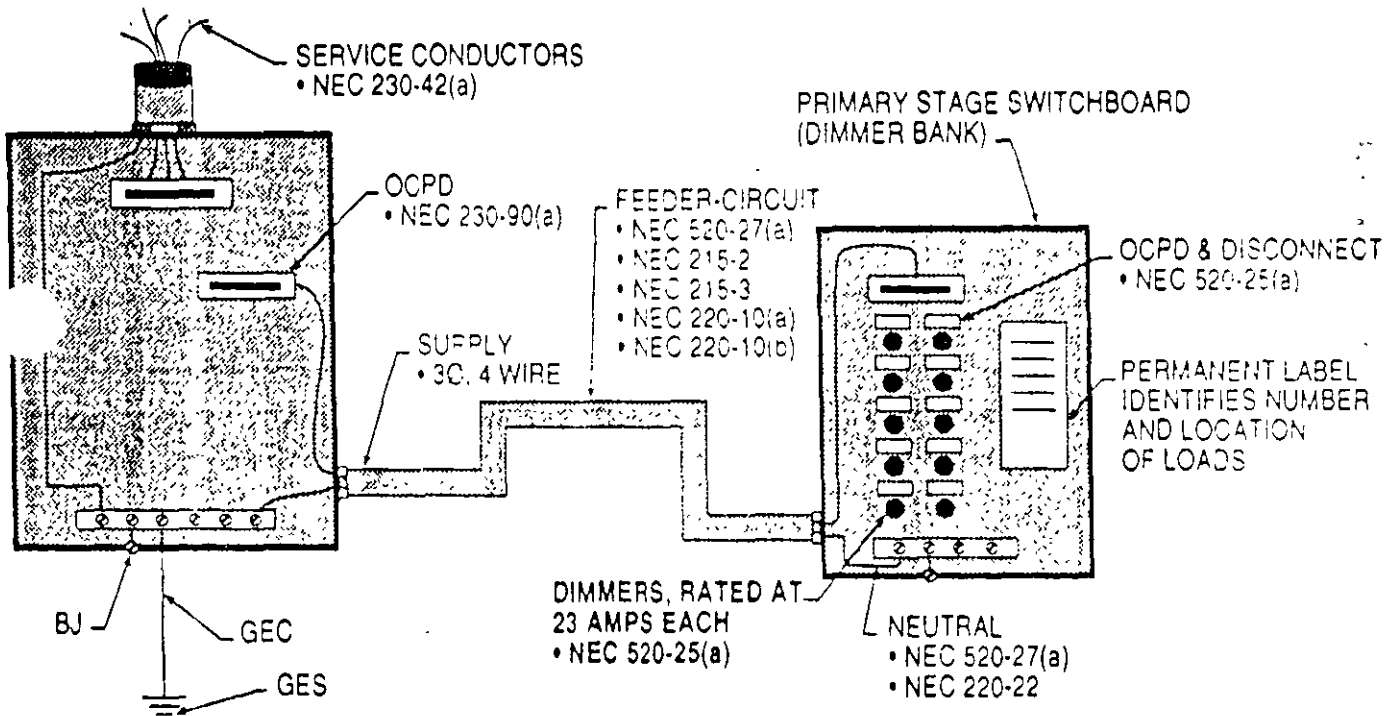
ALIMENTADORES PARA TABLEROS DE PISO (BANCO DE ALIMENTADORES) 520-27

Los elementos de circuito que alimentan a un banco de atenuadores en un tablero se calculan con el 125% de la carga que se pretende controlar.

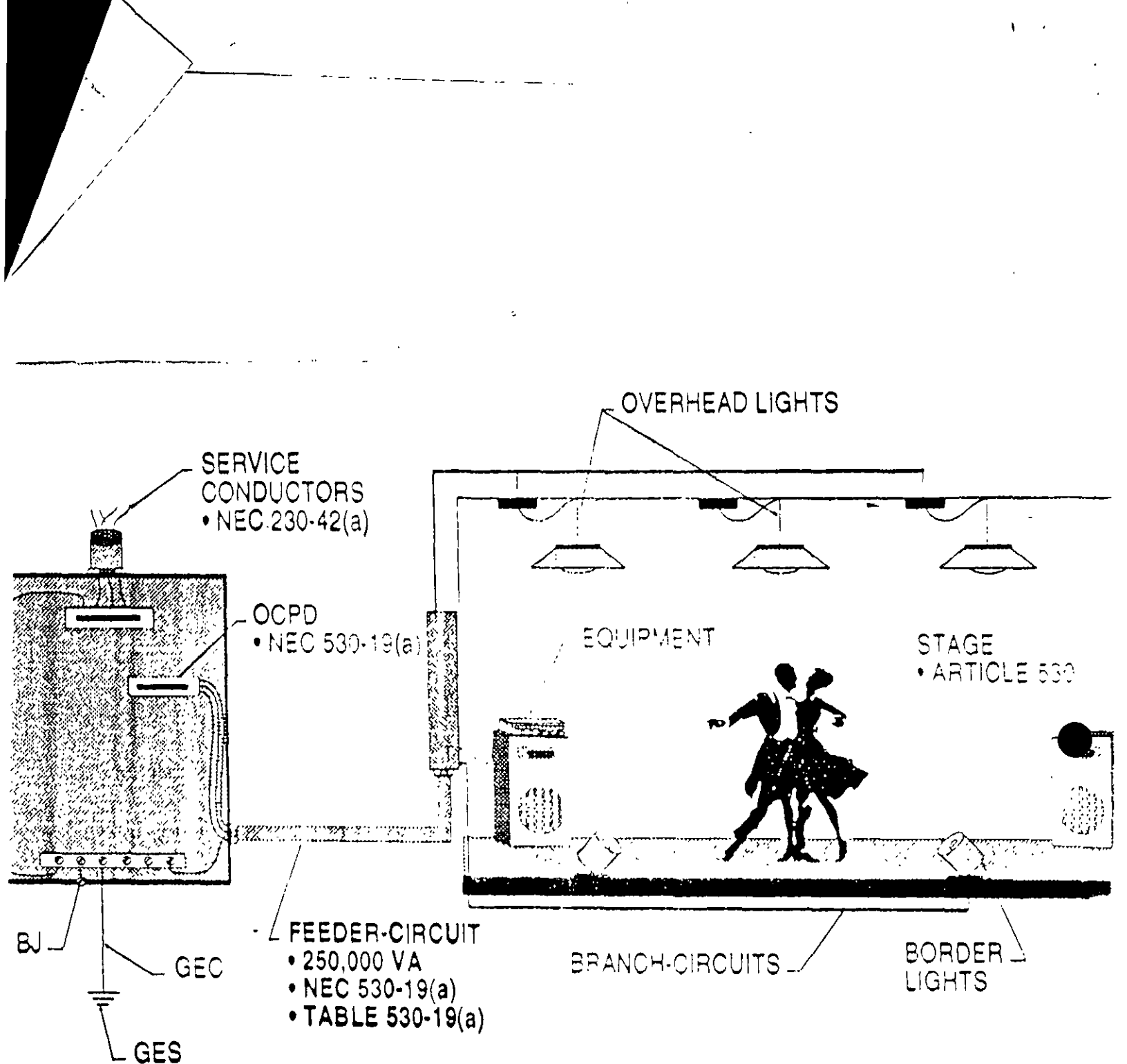
<p>Ejemplo:Cuál es el tamaño de la protección y el calibre de los conductores de cobre que se requieran para los circuitos de alimentación de la figura ?</p>	
<p>CALCULANDO LOS CONDUCTORES PARA EL BANCO ATENUADORES</p> <p>PASO 1: Calcular la corriente para el banco del atenuadores 520-25 (a); 520-27(c) carga = 400 A.</p> <p>PASO 2: Calculando la corriente para el banco de atenuadores. 520-25 (c). nota; 220-10 (a), (b) 400 A. x 125% = 500 A.</p> <p>PASO 3: Poniendo en paralelo 3 por fase 310-4; 300-5(1); 300-20 500 A/3 por fase = 166.7 A.</p> <p>PASO 4: Seleccionando los conductores para el banco 310-10 tabla 310-16 166.7 A. requieren cable 2/0 AWG</p> <p>SOLUCION: Los conductores que se requieren son calibre 2/0 de cobre THW-LS</p>	<p>CALCULANDO LOS CONDUCTORES Y EL MEDIO DE PORTECCION PARA EL TABLERO.</p> <p>PASO 1: Encontrando la corriente para el tablero 520-27(b) carga = 40 A. por circuito</p> <p>PASO 2: Calculando la corriente para los conductores y medio de protección 520-27(c); 220-10(a); (b) 40 A. x 125% = 50 A.</p> <p>PASO 3: Seleccionando los conductores y medio de protección. 240-6 (a), tabla 310-10 50 A. requiere cable 8 y una protección de 50 A.</p> <p>SOLUCION: El tamaño del conductor es #8 THW-LS y protección de 50 A</p> <p>NOTA: El conductor puesto a tierra se considera portador de corriente si los atenuadores son de estado sólido.</p>
<p>CALCULANDO LA PROTECCION PARA EL BANCO DE ATENUADORES.</p>	
<p>PASO 1: Seleccionando la protección del banco 240-3(b), 240-6(a) paso 4 arriba # 2/0 THW-LS Cu = 175 A 175 A. requiere protección de 175</p> <p>SOLUCION: La protección debe ser 175 Amps.</p>	

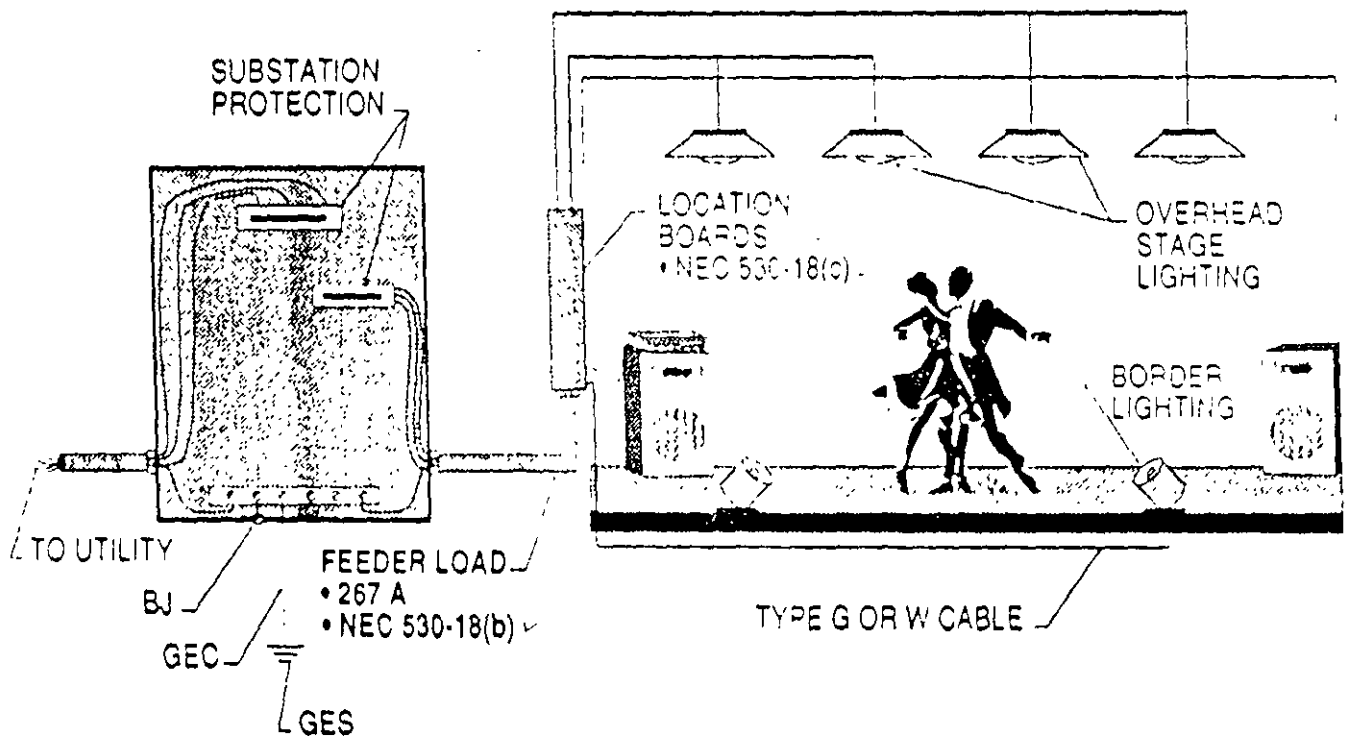


NEC 520-27(b)
 NEC 520-27(c)
 NEC 220-10(a),(b)



NEC 520-25(a)





NEC 530-18(b); (c),

Areas de audiencia en teatros, cines, estudios de televisión y lugares similares.

Disposiciones Generales 520-1 alcance

Las disposiciones de esta sección se aplican a todos los inmuebles o parte de ellos diseñados o usados para representaciones teatrales, musicales, proyecciones cinematográficas o usos similares y arreas para audiencias dentro de estudios de cine y televisión.

Como todos los artículos que vienen después del capítulo 4, todo lo que aquí se disponga lleva preferencia sobre los primeros 4 artículos la particularidad va siempre sobre la generalidad.

520-5 Numero de conductores en canalizaciones.

Es importante hacer notar que el límite de 30 conductores que se permiten como máximo para ducto de acuerdo a las secciones 362-5 374-5 en este caso no aplican, debido a que se manejan muchísimos cables en el área de teatros pero si tenemos que tomar en cuenta que aplican que debe de ser el 20% del área de la sección transversal de la canalización

El Artículo 520-24 Cubierta metálica

Cuando los tableros no están totalmente cerrados es necesario ponerles una protección esto es debido a que en los teatros se manejan muchos productos que pueden ser inflamables entonces es importante que todo quede totalmente cerrado

En el Artículo 520-25 nos toca el tema de los atenuadores y deben de cumplir las partes de la A a la D que son la desconexión y la protección contra sobre corriente que es la parte A, la B alternadores del tipo de resistencia o reactivas, la C alternadores tipo autotransformador y la D alternadores de estado sólido. es un artículo con toda la parte de alternadores que es muy importante en este tipo de instalaciones por que se usan en gran cantidad.

En el Artículo 520-43 habla de las luces de piso o candilejas, y toca dos formas, una que es la mas usual que es la del canal metálico continuo. otras que son las diferentes canal metálico y la tercera que son luces de piso oculta. la figura se esta presentado como son este tipo de lamparas para que se den una idea

El siguiente Artículo 520-44 habla de las luces de bambalina y proscenio. aqui también hay de dos tipos que son las disposiciones generales y los cables que deben de tomar, se presentan también dos figuras para que vean el tipo de luces y como se presentan.

En este tipo de escenarios se utilizan muchísimo instalaciones provisionales. entonces se usa mucho el cable extra rudo por lo tanto en la tabla 520-44 nos habla de las capacidades de corriente que tienen estos cables extra rudos.

El otro artículo que hay que tener muy en cuenta es el que se refiere 570-72 que habla de las guardas para lamparas. Es muy importante tener en cuenta que los vestidores de este tipo de locales se maneja muchísima ropa que es muy inflamable. por lo tanto tenemos que tener muy en cuenta que todas las lamparas deben estar protegidas para evitar que vaya a haber un accidente por ellas.

Section 518-4(a)



Fixed wiring methods generally recognized in places of assembly include:

- ◆ Metal raceways
- ◆ Flexible metal raceways
- ◆ Nonmetallic raceways encased in not less than 2 in. concrete
- ◆ Type MI cable
- ◆ Type MC cable
- ◆ Type AC cable containing insulated equipment grounding conductor.

Other methods recognized for non-rated construction or spaces with finish rating.

518-4

Section 518-4. Wiring Methods

Section 518-4(a). General (Revised)

ROP 15-22 (Pg. 871) ROC 15-18 (Pg. 599), 15-19a (Pg. 599)

The main paragraph of Section 518-4(a) recognizing the fixed wiring methods in places of assembly has been revised to read: **“(a) General.** The fixed wiring methods shall be metal raceways, flexible metal raceways, nonmetallic raceways encased in not less than 2 in. (50.8 mm) of concrete, Type MI cable, Type MC cable, or Type AC cable containing an insulated equipment grounding conductor sized in accordance with Table 250-122.”

This revised paragraph has two changes. The term “flexible metal raceways” has

been added to the list of wiring methods permitted for use in places of assembly. This revision clarifies that flexible metal raceways are recognized in this section. Although the proposal was to only add “liquidtight flexible metal conduit”, the Code-making Panel deleted the word “liquidtight” so that any flexible metal raceway can be used in places of assembly. A common application is the use of flexible metal conduit between floor-installed raceways and the end of the row seats for supplying lighting in the seats.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

A more significant change is to specifically permit the use of Type AC cable containing an insulated equipment grounding conductor as a general wiring method without limiting it to non-fire-rated construction. The reason for the

change is that Type AC cable is similar to the interlocking metal tape armor Type MC cable with a separate equipment grounding conductor that has been recognized for some time as a general wiring method for places of assembly.

Section 518-4, (FPN) (New)

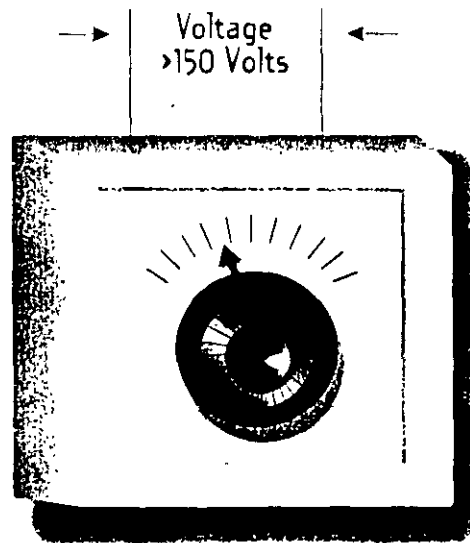
ROP 15-23 (Pg. 871-872)

A new fine print note has been added to describe finish rating. It is the same (FPN) as found in Section 331-3(2). Including this information will help in

understanding Section 518-4(c) since the term "finish rating" is used in that section.

518-4

Section 520-25



Solid-state-type dimmers that operate at voltage in excess of 150 volts between conductors must be specifically listed for higher voltage operation

COPYRIGHT 1998, International Association of Electrical Inspectors

520-25

Article 520 – Theaters, Audience Areas of Motion Picture and Television Studios, and Similar Locations

Section 520-25. Dimmers

Section 520-25(d). Solid-State-type Dimmers (Revised)

ROP 15-38 (Pg. 881)

The term “approved” in this section has been replaced with “listed.” This revision will require solid-state-type dimmers that operate at a voltage in excess of 150 volts between conductors to be specifically listed for the higher voltage operation. This gives installers, inspectors, users, etc. a reliable resource for determining a product’s proper application and that it has complied with a recognized standard.

Section 520-44



Supply cord

Border lights

Maximum load current in conductor with ampacity determined by Table 520-44 not to exceed values in Table 520-44.

520-44

Section 520-44. Borders and Proscenium Sidelights

Section 520-44(b)(2). Cords and Cables Not In Contact With Heat-Producing Equipment (Revised)

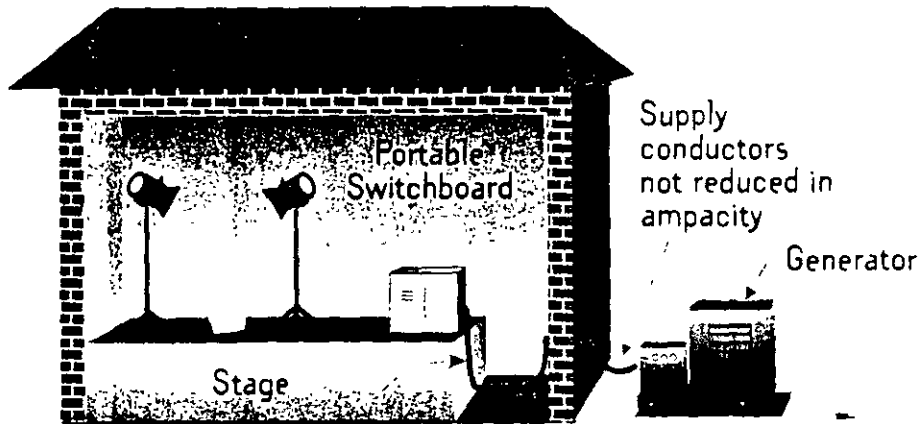
ROP 15-32a (Pg. 875) ROC 15-33 (Pg. 606)

Section 520-44(b) provides the requirements for cables used to supply border lights. Subsection (b)(2) was previously an exception that was rewritten into positive text. The last sentence of (b)(2) has been revised to read: "Maximum load current in any conductor with an ampacity determined

by Table 520-44 shall not exceed the values in Table 520-44." This revision clarifies that the ampacity in Table 520-44 applies, not the ampacity from Article 400.

A similar change was made in Section 520-68(b) that applies to conductor capacity for cords used for portable stage equipment.

Section 520-53(h)(5)



If wall is fire-resistant-rated, comply with Section 300-21.

Supply conductors permitted to pass through holes in walls specifically designed for the purpose.

Copyright © 1998 International Association of Electrical Inspectors

520-53

Section 520-53. Construction and Feeders

Section 520-53(h)(5). Supply Conductors Not Reduced in Ampacity (New)

ROP 15-42 (Pg. 882-883) ROC 15-34 (Pg. 606)

Section 520-53(h) provides the requirements for supply conductors to portable switchboards on stages. A new Section 520-53(h)(5) has been added to read: “**(5) Supply Conductors Not Reduced in Ampacity.** Supply conductors not reduced in ampacity shall be permitted to pass through holes in walls specifically designed for the purpose. If penetration is through the fire-resistant-rated wall it shall be in accordance with Section 300-21.”

This new section recognizes that it may be necessary to provide additional electrical power to a theater over and above that available from the installed system.

The additional power may be supplied from portable generators or utility service drops. Also, mobile television or audio recording vehicles may be parked outside where it is necessary to run temporary cables onto the stage or inside the auditorium. It should be emphasized that this permission to penetrate walls only applies where conductors are not reduced in ampacity.

Section 520-53(h)(4) prohibits penetration through walls, ceilings, or floors where conductors are reduced in size with an ampacity less than their overcurrent protective device.

Section 520-53(k). Single-Pole Separable Connectors (Revised)

ROP 15-43 (Pg. 883-885)

Section 520-53(k) has been revised to add a new sentence to read: "Sections 400-10 and 410-56 shall not apply to listed single-pole separable connectors and single-conductor cable assemblies utilizing listed single-pole separable connectors."

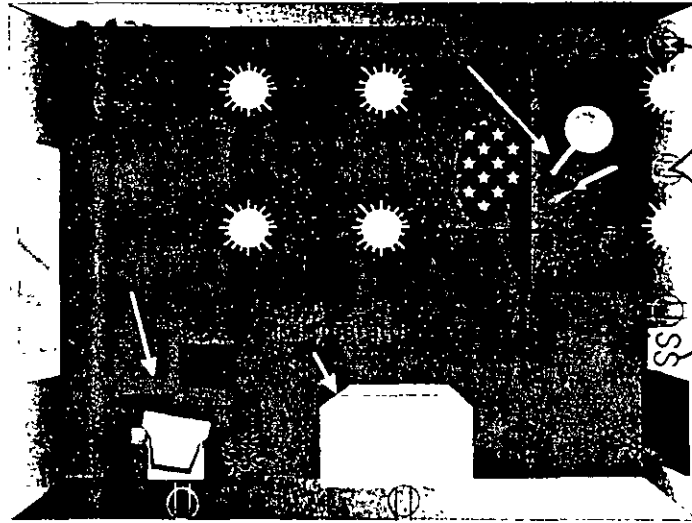
Section 400-10 requires strain relief at joints and terminals. The size of conductors and requirement for installation by a qualified person for portable switchboards

on stage eliminates the need for the traditional strain relief. Section 410-56 covers ratings and types of receptacles, cord connectors, and attachment plugs. The reference to Section 410-56 clarifies that single-pin connectors are not required to meet the general noninterchangeability requirements found in Section 410-56(i). These connectors may need to be used with widely ranging wire sizes.

520-53

Section 520-73

Dressing room



All lights and any receptacles adjacent to mirror(s) and dressing table counter to be controlled by wall switches in the dressing room.

Other outlets in dressing room not required to be switched.

20-73

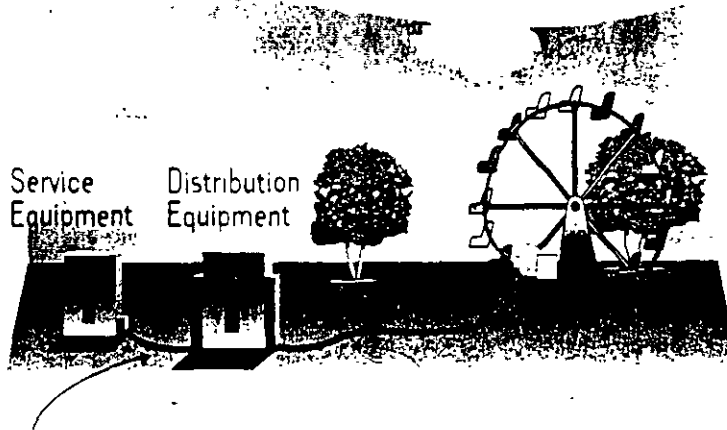
Section 520-73. Switches Required (Revised)

ROP 15-49 (Pg. 886)

Section 520-73 previously required that wall switches installed in the dressing room control all lights and receptacles in dressing rooms. A revision now only requires those receptacles adjacent to the mirror(s) and above dressing table counter(s) to be controlled by a wall switch installed in the dressing room. This revision recognizes that modern dressing

rooms may have computers, telephone answering machines, refrigerators and other equipment that should not be turned off except intentionally by its own power switch. A further statement in this section advises that other outlets installed in the dressing room are not required to be switched.

Section 525-13(a)



Flexible cords and cables listed for extra-hard usage. Where not subject to physical damage, may be listed for hard usage.

Where used outdoors, flexible cord and cable to be listed for wet locations and sunlight resistant.

Article 525 – Carnivals, Circuses, Fairs, and Similar Events

525-13

Section 525-13. Wiring Methods

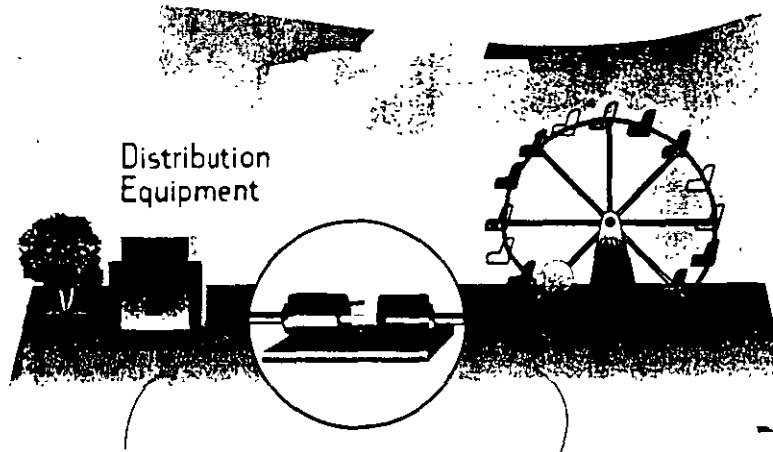
Section 525-13(a). Type (Revised)

ROC 15-45 (Pg. 608-609)

The second sentence of Section 525-13(a) dealing with types of wiring methods has been replaced with the following: "Where flexible cords or cables are used they shall be listed for extra-hard usage. Where flexible cords or cables are used and are not subject to physical damage, they shall be permitted to be listed for hard usage. When used outdoors, flexible cords and cables shall be listed for wet locations and be sunlight resistant."

Although flexible cords and cables are generally required to be listed for extra hard usage, the revision in this section will permit listed hard usage cords and cables where they are not subject to physical damage. In addition, the requirement for listing for wet locations and sunlight resistance is only required where the cords and cables are used outdoors. The previous wording required this listing regardless of location, even indoors.

Section 525-13(d)



Cord connectors shall not be laid on ground unless listed for wet locations.

Connectors and cable connections not placed in audience traffic paths or areas accessible to public unless guarded.

525-13

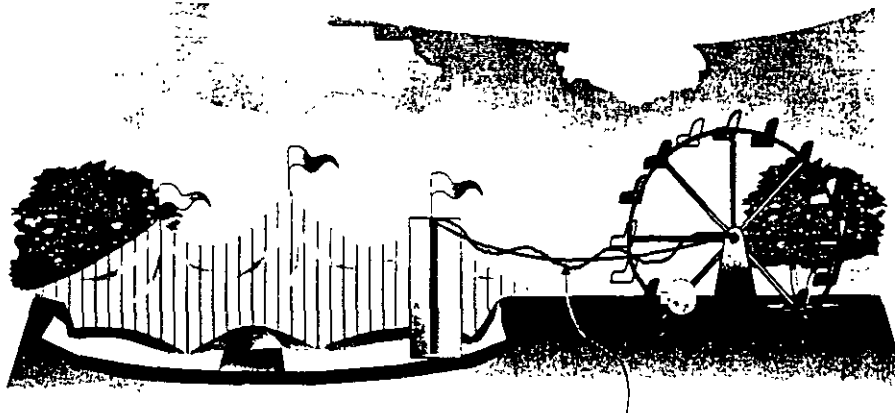
Section 525-13(d). Splices (Revised)

ROC 15-46 (Pg. 609)

The second sentence of Section 525-13(d) that prohibited laying cord connectors on the ground has been replaced with the following: "Cord connectors shall not be laid on the ground unless listed for wet locations. Connectors and cable connections shall not be placed in audience traffic paths or within areas accessible to the public unless guarded."

Many manufacturers have developed cord-and cap-type connectors that are listed for wet locations. Although these connectors were developed primarily for the construction industry, their use at carnivals and circuses should pose no hazard. The new second sentence addresses concerns over the connectors presenting tripping hazards.

Section 525-13(e)



Wiring for amusement ride, attraction, tent or similar structure not to be supported by any other ride or structure unless specifically designed for the purpose.

Section 525-13(e). Support (Revised)

ROP 15-61 (Pg. 888-889)

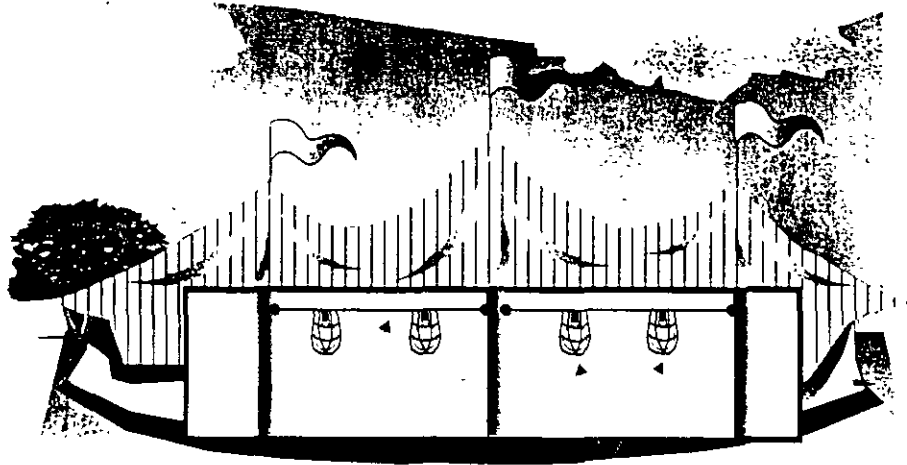
Section 525-13(e) that provided that wiring for one amusement ride was not to be supported by another ride has been revised to read: **“(e) Support.** Wiring for an amusement ride, attraction, tent or similar structure shall not be supported by any other ride or structure unless specifically designed for the purpose.”

This revision will also now prevent securing conductors to tent posts and similar structures unless they are designed

to withstand the tension of the cable spans. Whereas the previous language did not permit an amusement ride to support wiring for another ride under any condition, the revision will now permit such practice if the ride is designed for the purpose. Running cables overhead and supporting them by another ride is often preferable to the tripping hazard of laying the cables on the ground.

525-1

Section 525-13(g)



COPYRIGHT 1998 International Association of Electrical Inspectors

Wiring for temporary wiring inside of tents and concessions securely installed, and where subject to physical damage shall be provided with mechanical protection.

All temporary lamps for general illumination protected by suitable fixture or lampholder with guard.

25-13

Section 525-13(g). Inside Tents and Concessions (New)

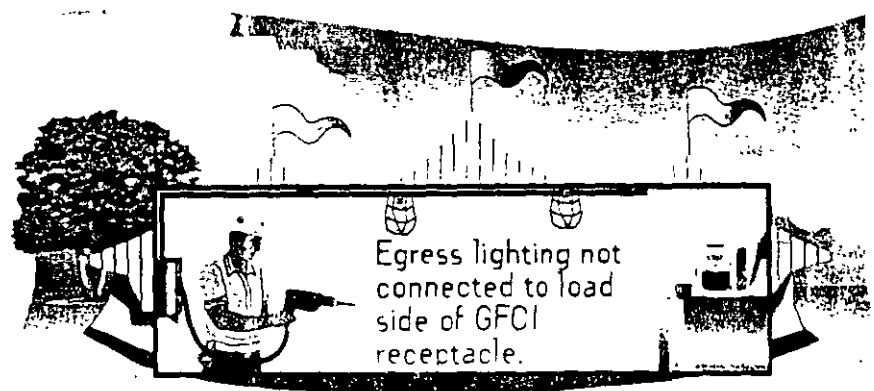
ROP 15-55 (Pg. 887)

A new Section 525-13(g) has been added to read: “**(g) Inside Tents and Concessions.** Electrical wiring for temporary lighting, installed inside of tents and concessions, shall be securely installed, and where subject to physical damage, shall be provided with mechanical protection. All temporary lamps for

general illumination shall be protected from accidental breakage by a suitable fixture or lampholder with a guard.”

This section was added to provide specific guidance for electrical wiring for temporary lighting installed inside of tents and concessions.

Section 525-18



All 125-volt, single-phase, 15- and 20- ampere receptacle outlets in use by personnel to have GFCI protection for personnel.

GFCI may be integral part of an attachment plug or in the cord within 12" of the plug.

Receptacles supplying items such as cooking and refrigerator equipment which are incompatible with GFCI devices NOT required to have GFCI protection.

Other receptacles permitted to have GFCI protection or written procedure to ensure safety of personnel.

525-18

Section 525-18. Ground-Fault Circuit-Interrupter Protection for Personnel (Revised)

ROP 15-68 (Pg. 890) ROC 15-52 (Pg. 610)

Section 525-18 of the previous Code provided that the ground-fault circuit-interrupter requirements of Section 305-6 did not apply to this article. The reference to Section 305-6 was on the basis that a proposal initially accepted for the 1996 NEC® Section 305-6 could have been interpreted to apply to Article 525 installations. When Article 525 was first introduced in the 1996 NEC®, Code-Making Panel 15 decided against requiring GFCI protection because of

concerns regarding nuisance tripping with equipment used at carnivals, fairs, and similar events.

Section 525-18 has now been revised to require GFCI protection for 125-volt, single-phase, 15- and 20-ampere receptacle outlets that are in use by personnel while exempting those receptacles supplying equipment which are incompatible with GFCI devices. Other receptacle outlets are permitted to have ground-fault circuit-interrupter

protection or a written procedure continuously enforced to ensure the safety of equipment grounding conductors.

Revised Section 525-18 reads as follows:

“525-18. Ground-Fault Circuit-Interrupter Protection for Personnel.

“(a) General-Use 15- and 20-Ampere, 125-Volt Receptacles. All 125-volt, single-phase, 15- and 20-ampere receptacle outlets that are in use by personnel shall have listed ground-fault circuit-interrupter protection for personnel. The ground-fault circuit-interrupter shall be permitted to be an integral part of the attachment plug or located in the power-supply cord, within 12 in. (305 mm) of the attachment plug. For the purposes of this section, listed cord sets incorporating ground-fault circuit-interrupter protection for personnel

shall be permitted. Egress lighting shall not be connected to the load side terminals of a ground-fault circuit-interrupter receptacle.

“(b) Appliance Receptacles.

Receptacles supplying items, such as cooking and refrigerator equipment, which are incompatible with ground-fault circuit-interrupter devices shall not be required to have ground-fault circuit-interrupter protection.

“(c) Other Receptacles. Other receptacle outlets not covered in (a) or (b) shall be permitted to have ground-fault circuit-interrupter protection for personnel, or a written procedure shall be continuously enforced at the site by one or more designated persons to ensure the safety of equipment grounding conductors for all cord sets and receptacles, as described in Section 305-6(b).”

525-18

Article 525 Part E. Attractions Utilizing Pools, Fountains and Similar Installations With Contained Volumes of Water (New)

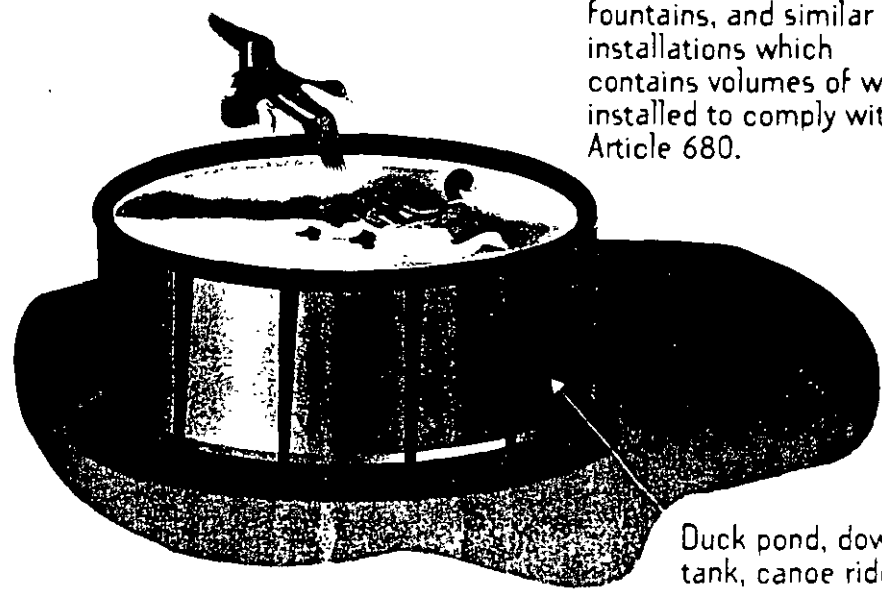
ROP 15-77 (Pg. 892) ROC 15-61 (Pg. 614)

A new Part E has been added to address those situations where attractions covered by Article 525 are similar to those covered in Article 680. The title of Part E reads: “Attractions Utilizing Pools, Fountains and Similar Structures With Contained Volumes of Water.”

The words “Similar Structures With Contained Volumes of Water” intend to make it clear that this part applies to things like a duck pond, dowsing tank, canoe ride, bumper boat, and similar attractions that some people may not consider to be pools or fountains.

Section 525-40

Attractions utilizing pools, fountains, and similar installations which contains volumes of water installed to comply with Article 680.



Duck pond, dowsing tank, canoe ride, bumper boat, and similar attraction.

525-40

Section 525-40. Wiring and Equipment (New)

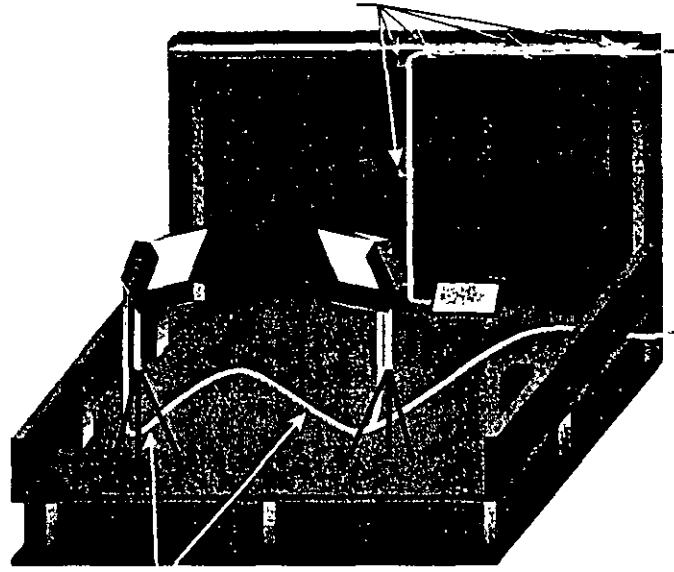
ROP 15-77 (Pg. 892) ROC 15-62 (Pg. 614)

A new Section 525-40 has been added to Part E to read: "**525-40. Wiring and Equipment.** This equipment shall be installed to comply with the applicable requirements of Article 680."

Since the items covered by Part E present hazards similar to those covered by Article 680, it was determined that similar requirements should apply.

Section 530-12

Wiring for stage effects and electrical equipment used as stage properties permitted to be single- or multiconductor listed cords or cables protected from physical damage and secured to scenery by approved cable ties or insulated staples.



Wiring for stage set lighting and supply wiring not fixed is to be listed hard usage flexible cords and cables. Where subject to physical damage, listed extra-hard usage cords and cables required.

530-12

Article 530 – Motion Picture and Television Studios and Similar Locations

Section 530-12. Portable Wiring (Revised)

ROP 15-85 (Pg. 899)

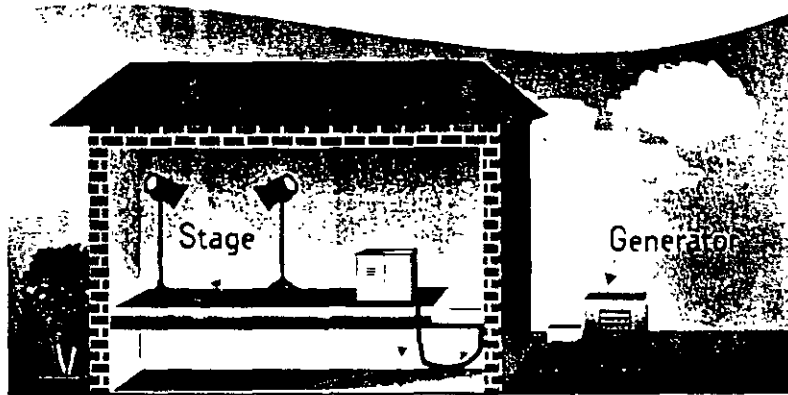
Section 530-12 that covers portable wiring on stage sets has been extensively revised. The previous requirement in subsection (a) that the wiring for stage set lighting and other supply wiring not fixed as to location be done with “approved” flexible cords and cables was revised to require it be done with “listed hard usage” cords and cables. Where subject to physical damage, the wiring is required to be of the “listed extra hard usage” type. This revision eliminates the necessity of the authority hav-

ing jurisdiction having to evaluate and approve the cord.

A revision in subsection (b) recognizes the use of approved cable ties or insulated staples to secure flexible cords and cables to scenery.

A new subsection (c) titled “Other Electrical Equipment” has been added to permit cords and cables other than extra hard usage when supplied as a part of a listed assembly. This recognizes that listed equipment such as table lamps, TV sets, etc. may not utilize hard usage cord.

Section 530-18(c)



Portable feeder cables may temporarily penetrate fire-rated walls, floors, or ceilings provided that:

1. Openings are of non-combustible materials
2. When in use, penetration sealed with temporary seal of listed firestop material.
3. When not in use, opening capped with material of equivalent fire rating.

530

Section 530-18. Overcurrent Protection

Section 530-18(c). Cable Protection (New)

ROC 15-66 (Pg. 614-615)

A new Section 530-18(c) has been added to read: “**(c) Cable Protection.** Cables shall be protected by bushings where they pass through enclosures and shall be so arranged that tension on the cable will not be transmitted to the connections. Where power conductors pass through metal, the requirements of Section 300-22 shall apply.

“Portable feeder cables shall be permitted to temporarily penetrate fire-rated walls, floors, or ceilings provided that

“1. The opening be of noncombustible material

“2. When in use, the penetration is sealed with a temporary seal of a listed firestop material

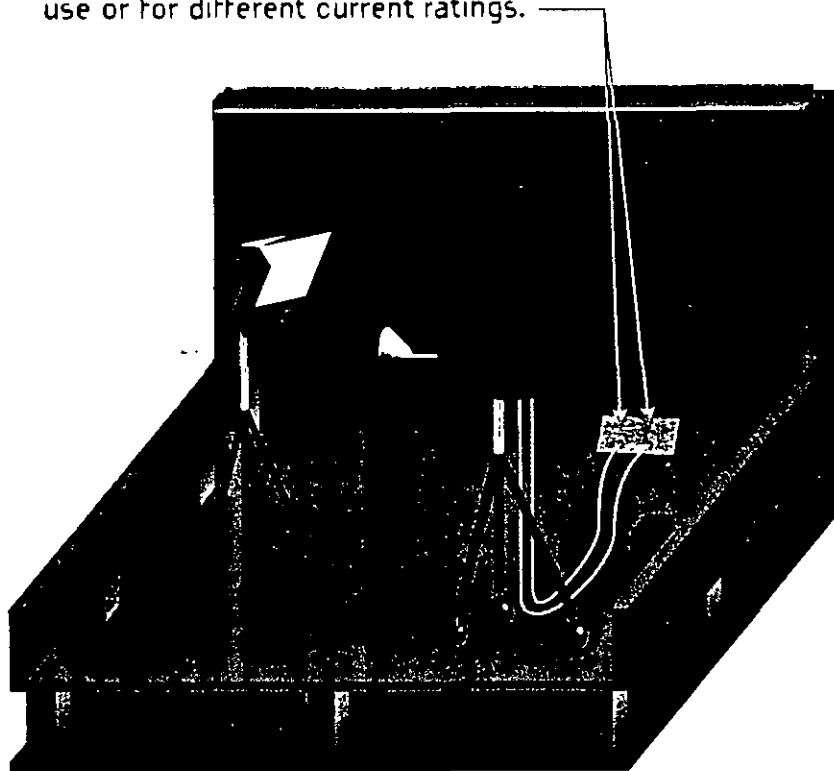
“3. When not in use, the opening shall

be capped with a material of equivalent fire rating.”

The second paragraph intends to recognize a current practice of portable feeder cables temporarily penetrating fire-rated walls, floors, or ceilings. This is often necessary to extend temporary wiring from a portable generator to a soundstage and was judged to be safer than routing cables through doors or windows. This is similar to the revision in Section 520-53(h)(5) for supply conductors to portable switchboards on stage. Even though the penetration is temporary in nature, firestopping the opening with a listed firestopping material is required when cables penetrate the fire-rated walls, floors, or ceilings.

Section 530-22(b)

Single-pole separable connectors used in portable professional motion picture and TV equipment permitted to be interchangeable for ac or dc use or for different current ratings.



COPYRIGHT 1998 International Association of Electrical Inspectors

Section 530-22. Single-Pole Separable Connectors (Revised)

ROC 15-71 (Pg. 616-617)

Section 530-22 covering single-pole separable connectors has been rearranged. The previous section became "(a) General." A new subsection (b) has been added to read:

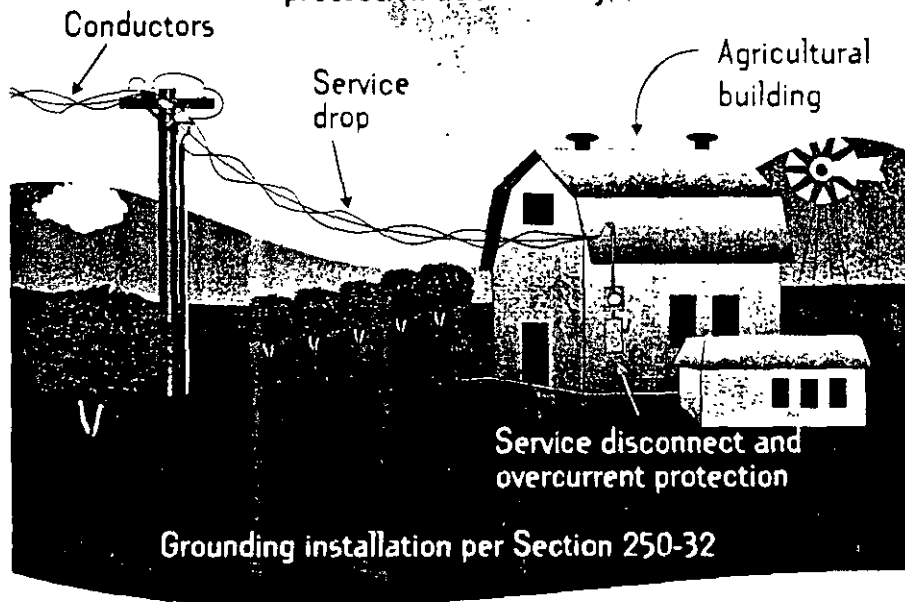
"(b) Interchangeability. Single-pole separable connectors used in portable professional motion pictures and television equipment shall be to be interchangeable for ac or dc use or for differ-

ent current ratings on the same premises provided they are listed for ac/dc use and marked in a suitable manner to identify the system to which they are connected."

The addition of this section confirms that single-pole connectors may be used in the same manner as multi-pole connectors. Interchangeability for ac or dc use, or for different current ratings is important on motion picture sets.

Section 547-8(a)

Disconnecting means and overcurrent protection at a building(s)



COPYRIGHT 1998 International Association of Electrical Inspectors

547-8

Article 547 - Agricultural Buildings

Section 547-8. Service Equipment, Separately Derived Systems, Feeders, Disconnecting Means, and Grounding (Revised)

ROP 19-20a (Pg. 908) ROC 19-6 and 19-7 (Pg. 620), 19-8 (Pg. 620-621)

The title of this section has been changed to read "Service Equipment, Separately Derived Systems, Feeders, Disconnecting Means, and Grounding." The section has been rewritten and includes references to specific sections in Article 250 rather than a general reference. A definition of "distribution point" has been added for proper application of the new provisions. Article 225 Part B and Sec-

tion 250-32 have been referenced in this section for compliance with rules governing disconnecting means, overcurrent protection, and grounding. Because of the uniqueness of some agricultural buildings, it was felt that the rules developed in this section will be more appropriate. The reformatted section should be easier to read and understand.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
BAJO LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM - 001 - SEMP - 1994
(PARTE 2)**

TEMA:

**GRABADORAS DE SONIDO, EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE
DATOS, RAYOS X, MAQUINARIA INDUSTRIAL Y PISCINAS**

**ING. MARCO ANTONIO MACIAS HERRERA
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 1999**

PROTECTION FOR STORAGE POOLS 680-31

Storable pools are required to be installed at least 10 ft. from any receptacle outlet per Sec. 680-6(a)(1). Electrical equipment associated with storage pools shall be provided with GFCI-protection for the safety of personnel using the pool. See Sec's. 90-7 and 110-3(b).

Design Tip: The cord supplying power from the receptacle outlet to the pool equipment shall also have GFCI-protection. The supply cord may be longer than 3 ft. per Sec. 680-7. There are UL listed supply cords of 25 ft. in length and approved to be used to cord-and-plug connect filter pumps to storage pools. The 3 ft. limitation does not apply to cords used to connect filter pumps to storage pools. The GFCI-protection may be provided with a GFCI-protected receptacle or a remote GFCI-protected receptacle or circuit breaker per Sec. 680-31. (See Figure 16-31)

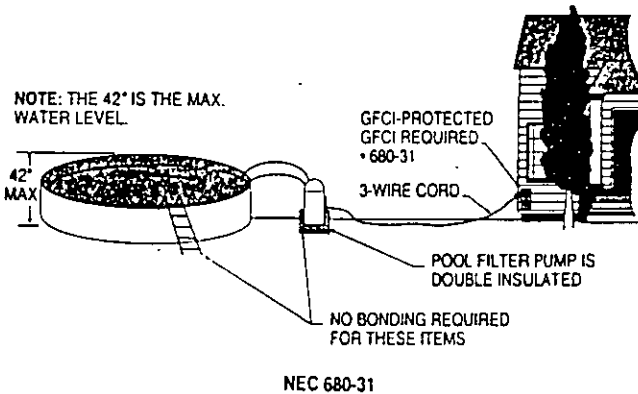


Figure 16-31. Electrical equipment that is cord-and-plug connected shall be served by a GFCI-protected receptacle outlet or circuit.

PROTECTION FOR SPAS OR HOT TUBS 680-41(a)(2)

Receptacle outlets shall be located at least 5 ft. from the inside walls of a spa or hot tub to ensure the safety of the user per Sec. 680-41(a)(1). Receptacle outlets installed 5 ft. to 10 ft. from the inside walls of the spa or hot tub shall be GFCI-protected by a GFCI-protected receptacle or CB per Sec. 680-41(a)(2).

At least one receptacle outlet shall be provided in this area for the protection of personnel using cord-and-plug connected radios, TV's, stereos, etc. Receptacle outlets supplying power to a spa or hot tub shall be GFCI-protected per Sec. 680-41(a)(3). (See Figure 16-32)

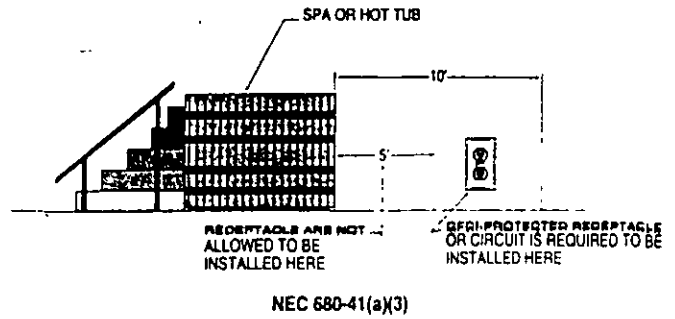


Figure 16-32. Receptacle outlets installed around a spa or hot tub which are located inside the dwelling unit. Note: See Sec. 680-40 for spa or hot tub located outside.

Design Tip: See Sec. 680-40 for the installation requirements of spas or hot tubs that are located outdoors and apply Parts A and B of Article 680 which pertain to swimming pools.

PROTECTION FOR HYDROMASSAGE TUBS 680-70

Receptacle outlets installed by hydromassage tubs shall be provided with GFCI-protection per Sec. 210-8(a)(1). Hydromassage tubs are treated just like regular bathtubs per Sec. 680-71. All electrical elements for hydromassage tubs shall be supplied by GFCI circuits per Sec. 680-70. The wiring methods shall comply with the provisions of Chapter 1-4 of the NEC, which are to be applied generally. Circulating motors shall comply with the requirements of Sec. 430-14 for accessibility, so that proper maintenance and adequate ventilation can be provided. (See Figure 16-33)

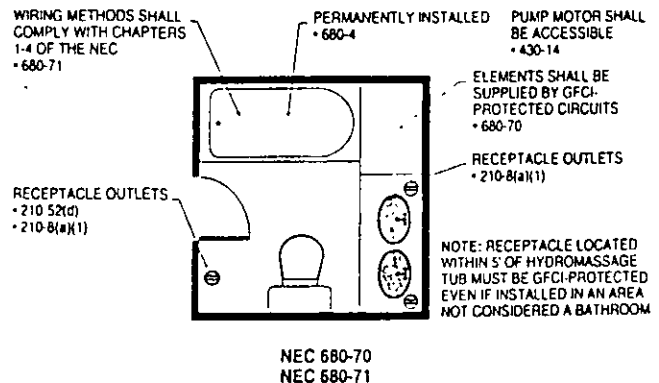


Figure 16-33. Hydromassage bathtubs are treated as regular bathtubs and shall comply with Sec's. 680-70, 680-71, and other pertinent Sections of the NEC.

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

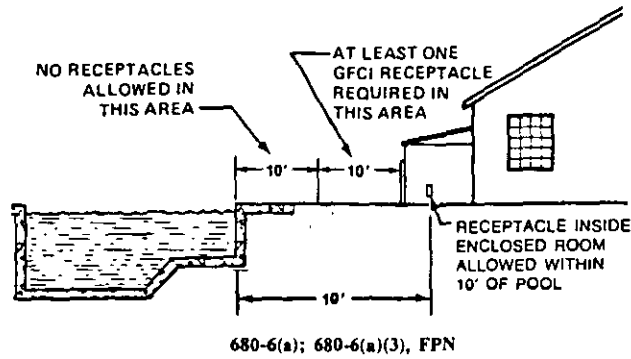


Figure 13-1. Location of receptacles around a swimming pool.

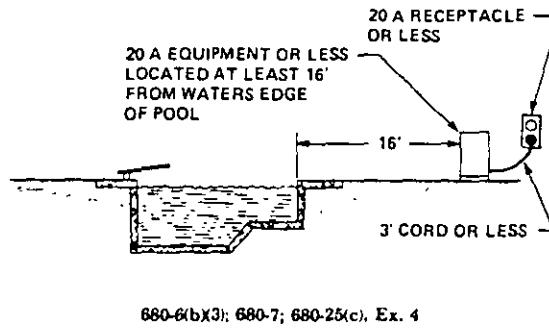


Figure 13-3. Location of cord- and plug-connected equipment rated at 20 amps or less around a swimming pool. See 680-25(c), Ex. 4 for pool-associated motors.

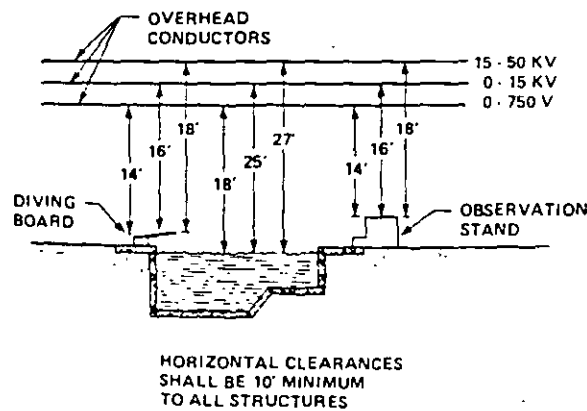
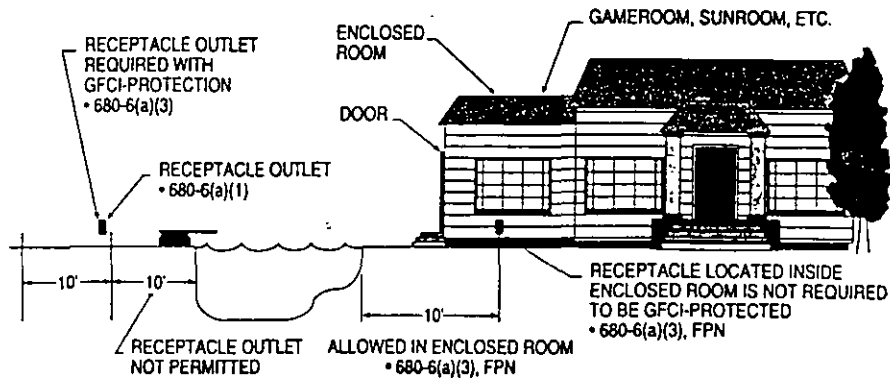


Table 680-8

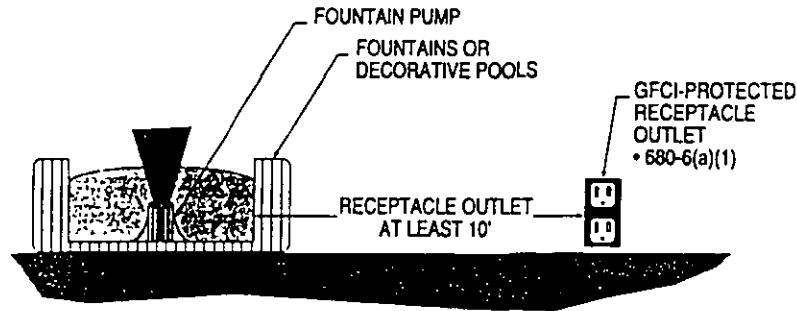
Figure 13-5. Location of utility lines around a swimming pool.

Moisés Antonio Macías Herrera
Ingeniero



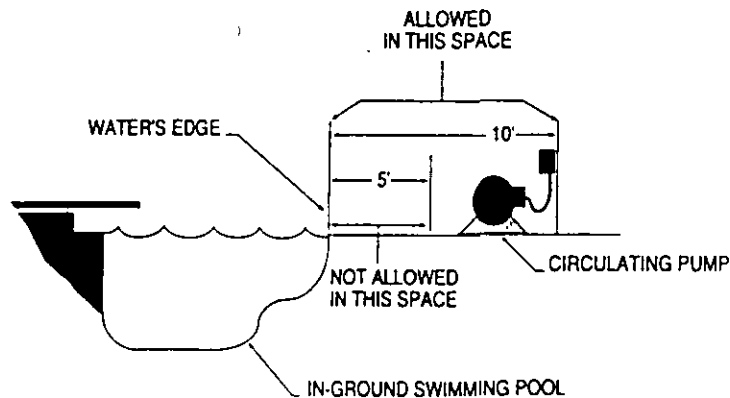
NEC 680-6(a)(3)

Figure 16-29(a). At least one GFCI-protected receptacle shall be located in an area within 10 to 20 ft. from the inside wall of the pool. Receptacles located inside enclosed rooms and within 10 ft. of the inside walls of the pool are not required to be GFCI-protected. Personnel inside the enclosed room are not exposed to the pool area.



NEC 680-6(a)(3)

Figure 16-29(b). Receptacle outlets for fountains or decorative pools shall be located at least 10 ft. from the inside walls. Note: This receptacle is not required, but if installed, shall be GFCI-protected.



NEC 680-6(a)(1), Ex.

Figure 16-30. A single locking type GFCI-protected receptacle outlet may be installed between 5 to 10 ft. from the inside walls of a swimming pool or fountain to supply power to a water pump motor.

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

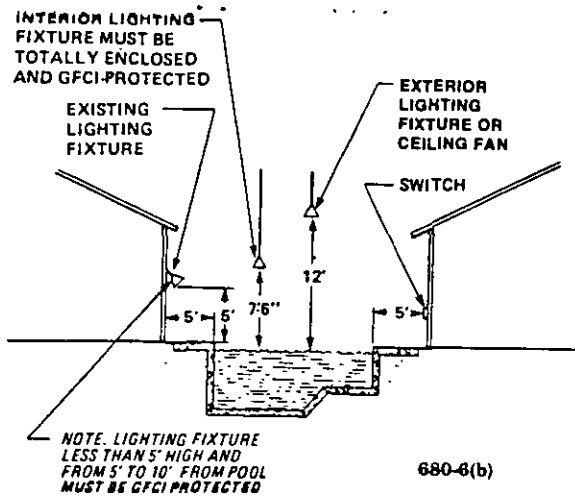


Figure 13-2. Location of lighting fixtures around a swimming pool.

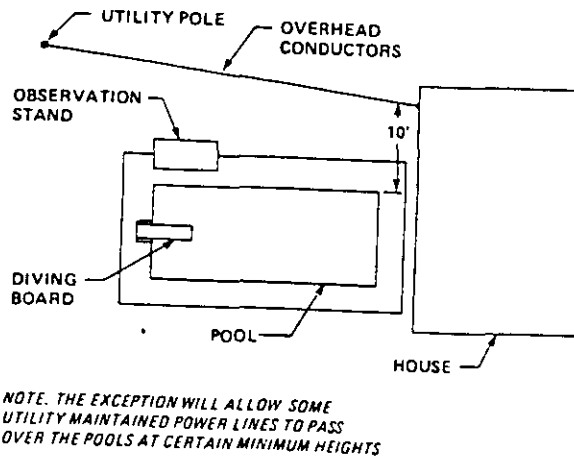
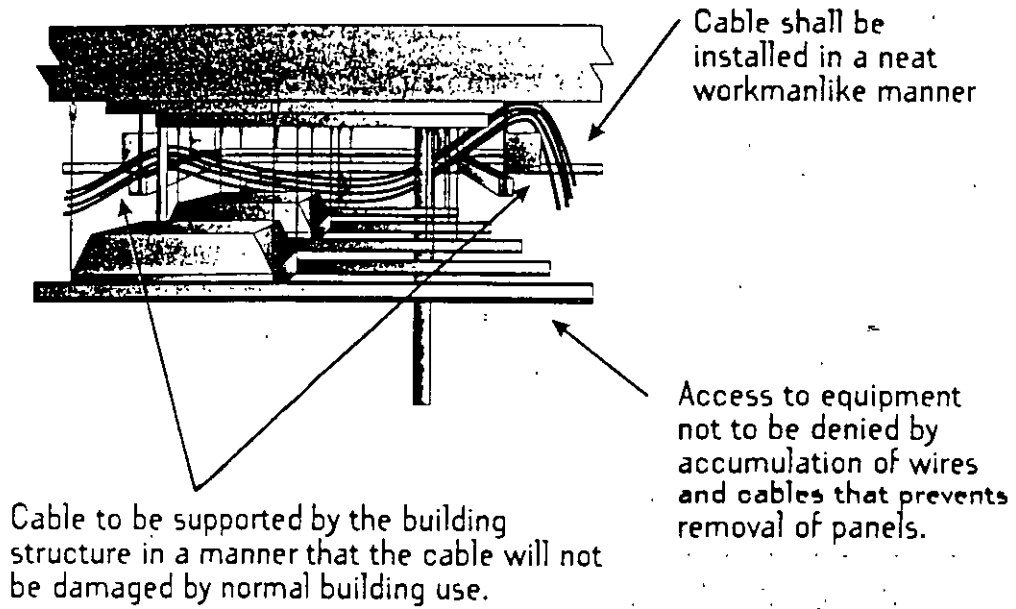


Figure 13-4. Overhead conductors must have a minimum horizontal clearance of 10' from the pool and must not pass the pool, diving board, or observation stands

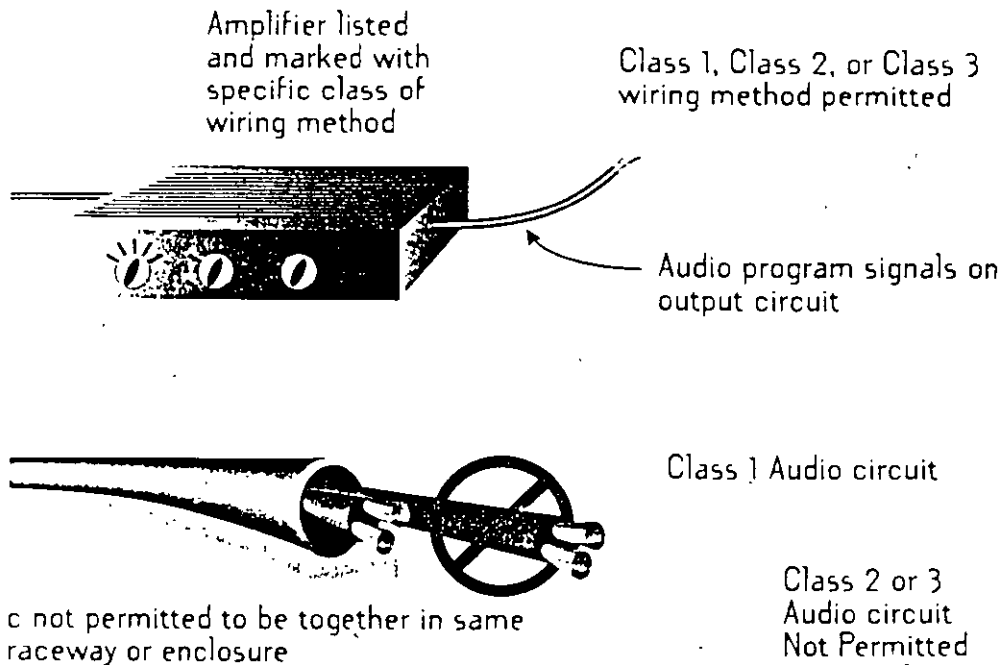
Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

Section 640-5 and 6



Access to electrical equipment

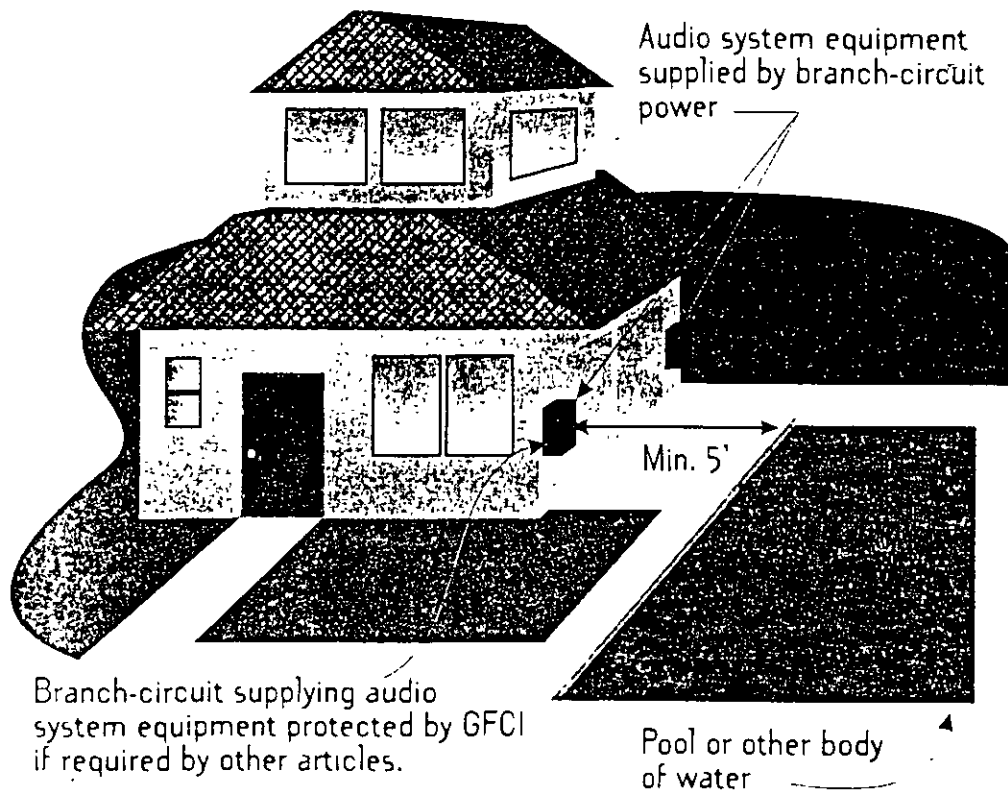
Section 640-9(c)



Output wiring and listing of amplifiers

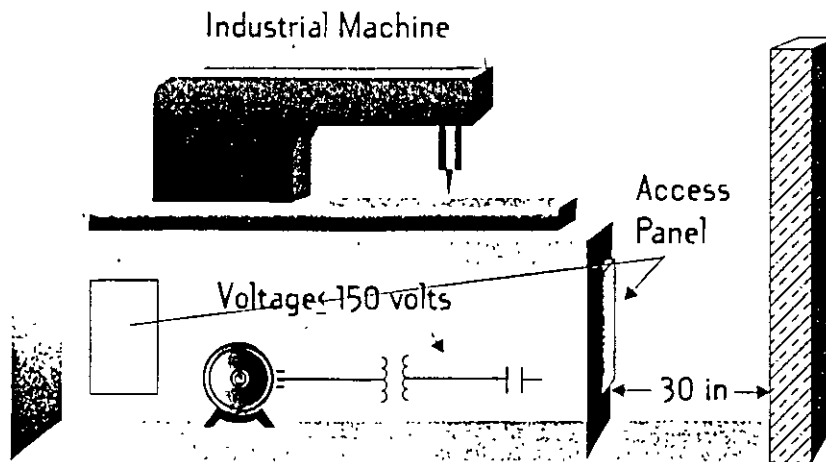
Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

Section 640-10



Audio systems near bodies of water

Section 670-5



Depth of work space in direction of access to live parts permitted to be reduced to 30 inches where:

1. Only qualified persons will service installation, and
2. Live parts operate at not over 150 volts line-to-line or line-to-ground.
3. Door shall open at least 90° or be removable.

Article 625
Electric Vehicle Charging
System Equipment

Proposal No. 12-90
Section 625-22

The previous title of this section, "Ground-Fault Protection for Personnel" has been changed to "Personnel Protection System." The new title and the revised wording appear to be more appropriate in the description of the type of protection system used with electric vehicle charging.

The typical GFCI does not meet the broad set of requirements needed for this type of system. Where the electric vehicle supply equipment is cord connected, the listed personnel protection devices are to be located in the attachment plug or within 12 inches of the attachment plug.

Article 640
Audio Signal Processing,
Amplification and
Reproduction Equipment

Proposal No. 16-6
Article 640

This article was given a major rewrite to bring its provisions more in line with current technology and practices. It is contended that a significant percentage of the material in Article 640 was outdated by several years. The revised provisions should be clearer and more easily understood. Provisions, such as those for grounding should be a reasonable reflection of what is being done within the industry. The title has also been changed from "Sound-Recording and Similar Equipment" to "Audio Signal Processing, Amplification and Reproduction Equipment."

Article 645
Information Technology
Equipment

Proposal No. 12-110
Section 645-2(4)

The Fine Print Note relating to the storage of combustibles has been deleted and added in a modified form as Code text to read "The information technology equipment room shall not be used for the storage of combustibles beyond that necessary for the day-to-day operation of the equipment." This action makes the storage restriction mandatory Code

language. Only those materials needed on a regular basis for normal operations are permitted to be stored in that location.

Article 680
Swimming Pools, Fountains,
and Similar Installations

Proposal No. 20-82
Section 680-4 (New)

A new definition of "Packaged Therapeutic Tub or Hydrotherapeutic Tank Equipment Assembly" has been added to aid in the understanding and application of new Section 680-62 covering this type of equipment.

Proposal No. 20-83
Section 680-4 (New)

A new definition of "Self-contained Therapeutic Tubs or Hydrotherapeutic Tanks" has been added and is to be used along with that of the newly defined "Packaged Therapeutic Tub or Hydrotherapeutic Tank Equipment Assembly" in better understanding newly added rules applying to the equipment.

Proposal No. 20-107
Section 680-12

This section on disconnecting means has been amended by adding an "A" at the beginning of the sentence and adding the words "provided and be" between "shall be" and "accessible." It will now read "A disconnecting means shall be provided and be accessible, located within sight from all pools, ..." This makes it clearer that the disconnect must be "provided," "accessible" and "within sight."

Proposal No. 20-118
Section 680-20(b)(3)

A new second sentence has been added to read "Bonding is not required for fixtures listed for the application, having no noncurrent-carrying metal parts." This action provides for an exemption from bonding requirements based on two conditions, "listed for the application" and "having no noncurrent-carrying metal parts."

Proposal No. 20-121
Section 680-20(c)

A new provision has been added to the subsection covering "dry-niche fixtures" to include liquidtight flexible nonmetallic conduit as a permitted wiring method.

Proposal No. 20-122
Section 680-21(a)

A new provision has been added to require junction boxes used within the application of this section to be "listed and labeled for the purpose."

Proposal No. 20-124
Section 680-21(b)

As in the action taken on Proposal No. 20-122 to require junction boxes to be "listed and labeled for the purpose," action on this proposal will require "other enclosures" to also be "listed and labeled for the purpose."

Proposal No. 20-161
Section 680-25(d)

This proposal adds "liquidtight flexible nonmetallic conduit" to the list of wiring methods suitable for use to feed panelboards.

Proposal No. 20-169a
Section 680-38 (New)

New Section 680-38 has been added under Part D covering spas and hot tubs read as follows. "Emergency Switch Spas and Hot Tubs. A clearly labeled emergency shutoff switch for the control of the recirculation system and jet system shall be installed at least 5 feet away, adjacent to and within sight of the spa or hot tub. This requirement does not apply to single family dwellings." This action addresses a concern regarding the need to shut off the pump motors quickly should someone become stuck against the intake opening.

Proposal No. 10-186a
Section 680-42

This section has been rewritten and is now clear that field assembled hot tubs and spas are included in the requirement for GFCI protection.

Proposal No. 20-201
Section 680-57 (New)

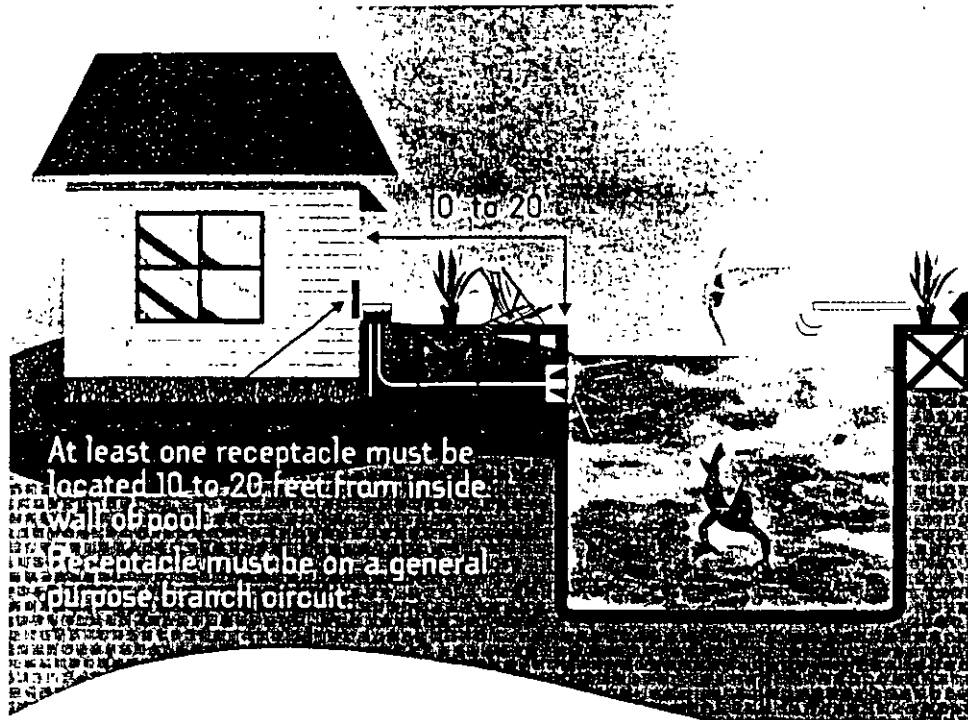
New Section 680-57 has been added to cover electrical signs installed inside of fountains. These rules cover GFCI requirements, location, disconnect bonding and grounding.

Proposal No. 20-209
Section 680-72 (New)

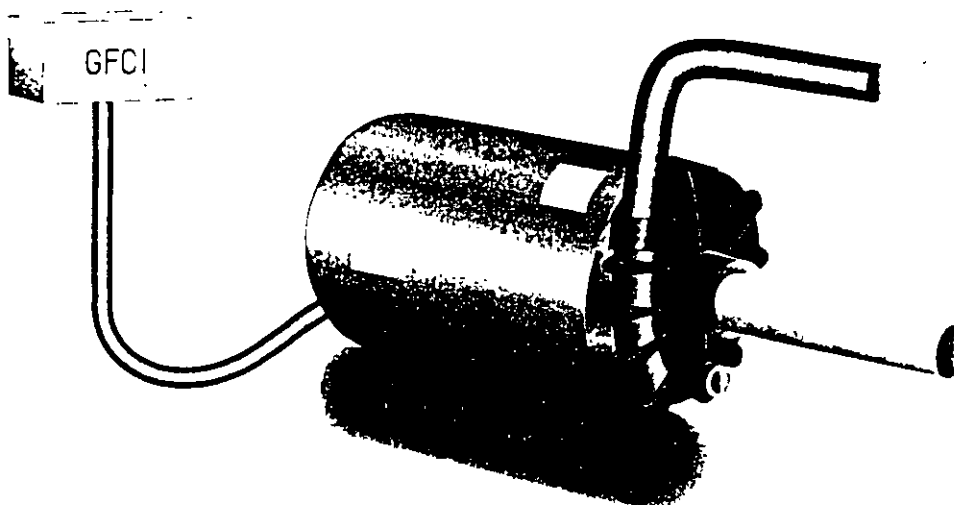
This new rule should answer many

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

Section 680-6(a)(2)



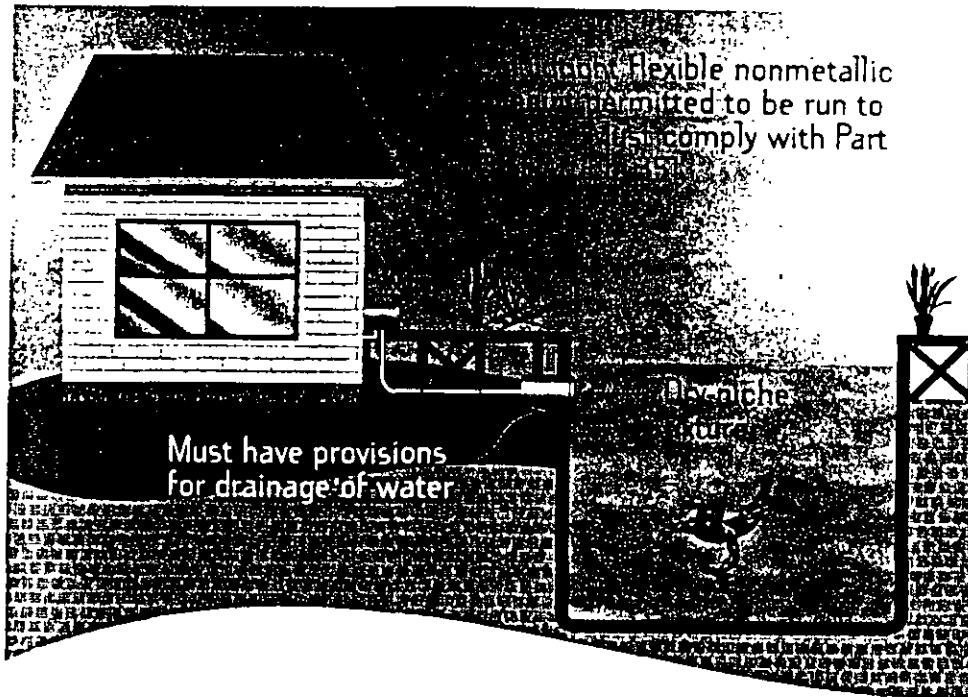
Section 680-6(d) Pool pump motors in other than dwelling units



15 and 20 ampere, 125-volt and 240-volt, single-phase pump motors must have GFCI protection for personnel.

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

Section 680-20(c)

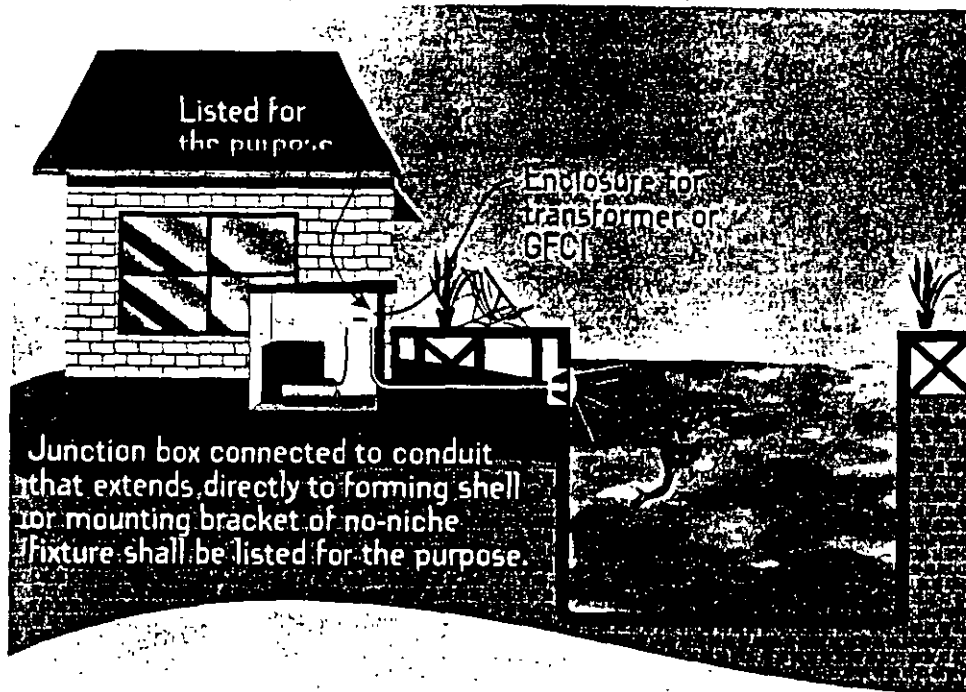


Section 680-21(a)

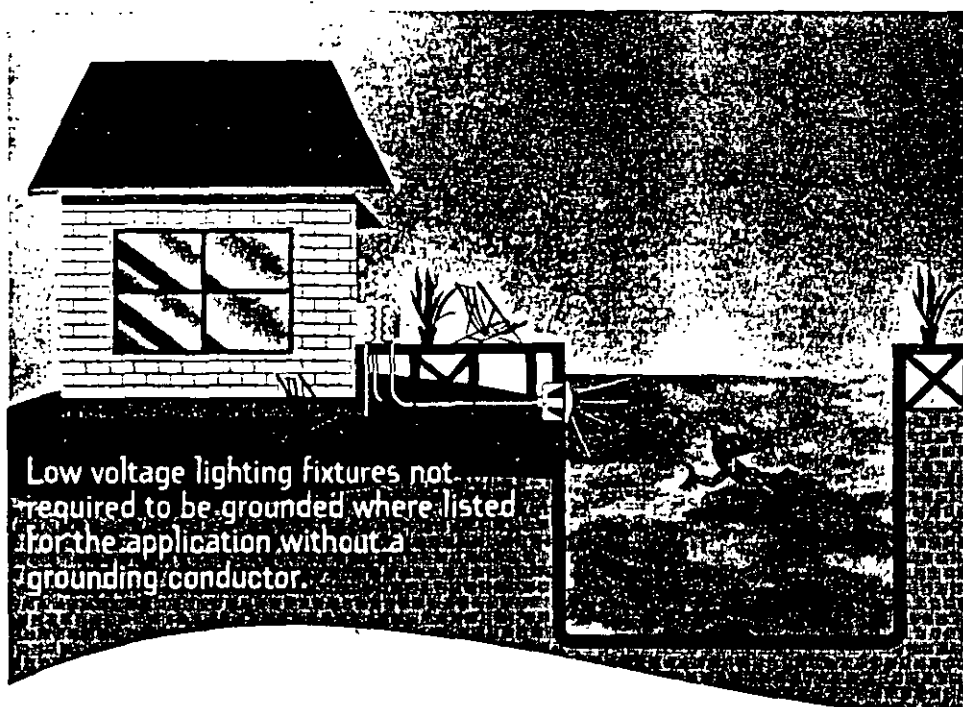


Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

Section 680-21(b)

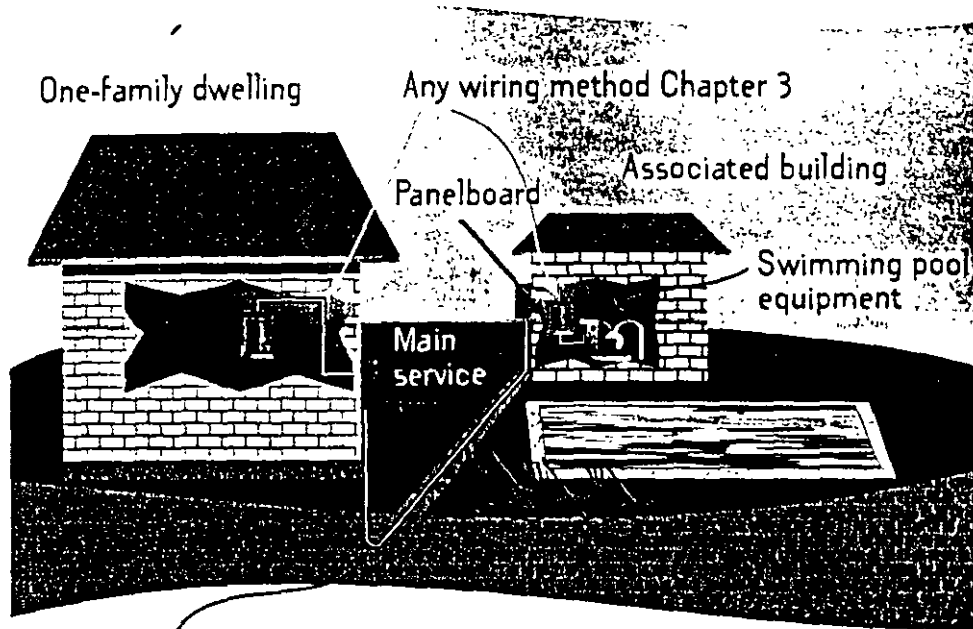


Section 680-24



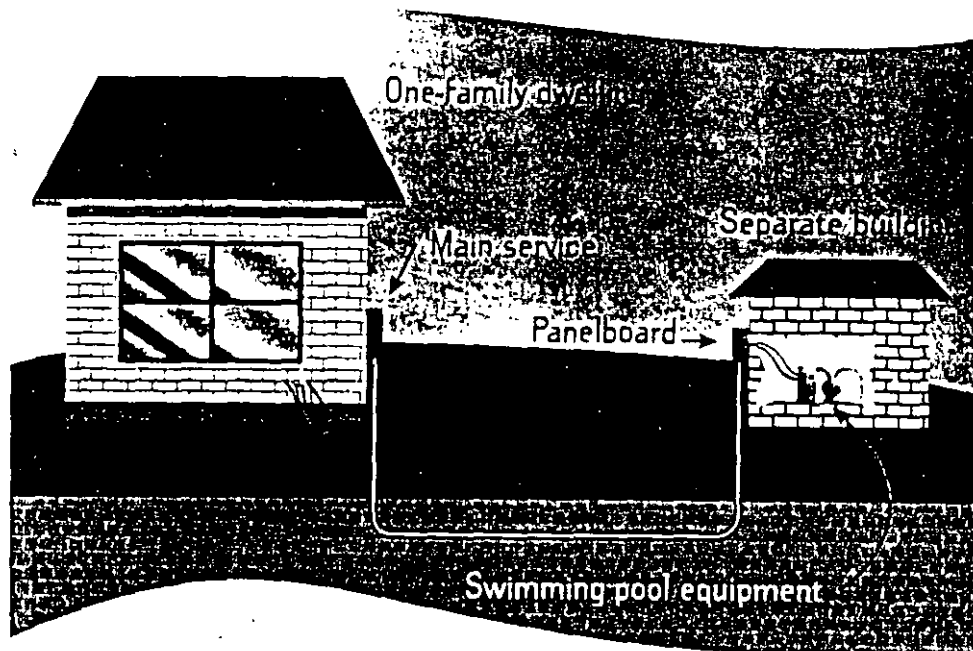
Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

Section 680-25(c)



Rigid metal conduit, intermediate metal conduit, Rigid non-metallic conduit, Type MC cable listed for application

Section 680-25(d)(2)



A panelboard at a separate building shall be permitted to feed swimming pool equipment if the feeder meets the requirements of Section 250-32.

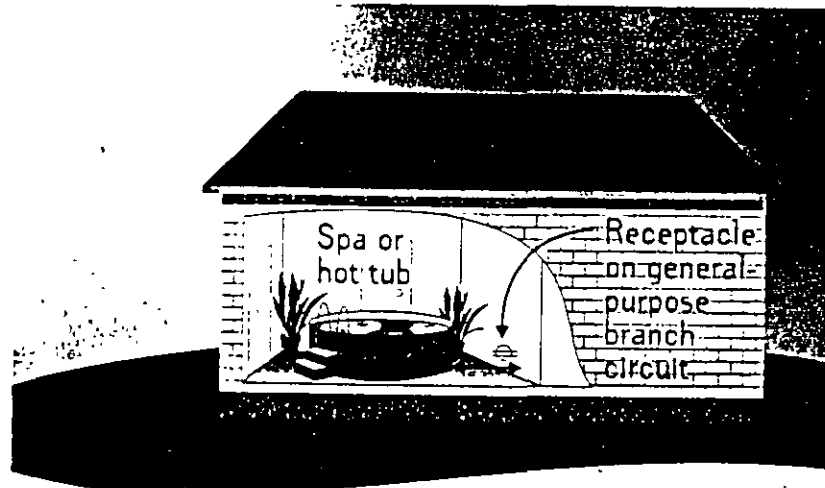
Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

Section 680-38



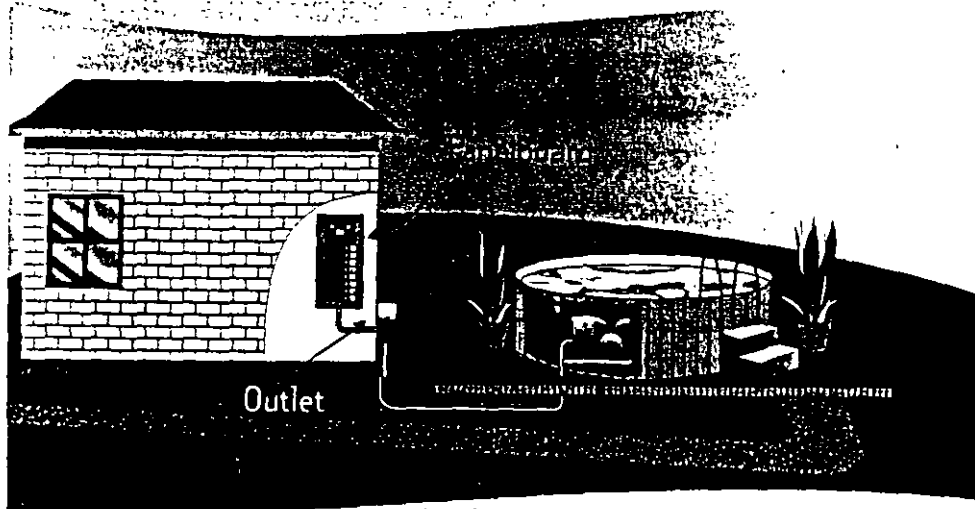
Emergency shutoff switch

Section 680-41(a) Indoor Installation



At least one 125-volt 15- or 20- ampere receptacle is required to be installed not less than 5 feet and not more than 10 feet from the inside wall of the spa or hot tub.

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero
Section 680-42

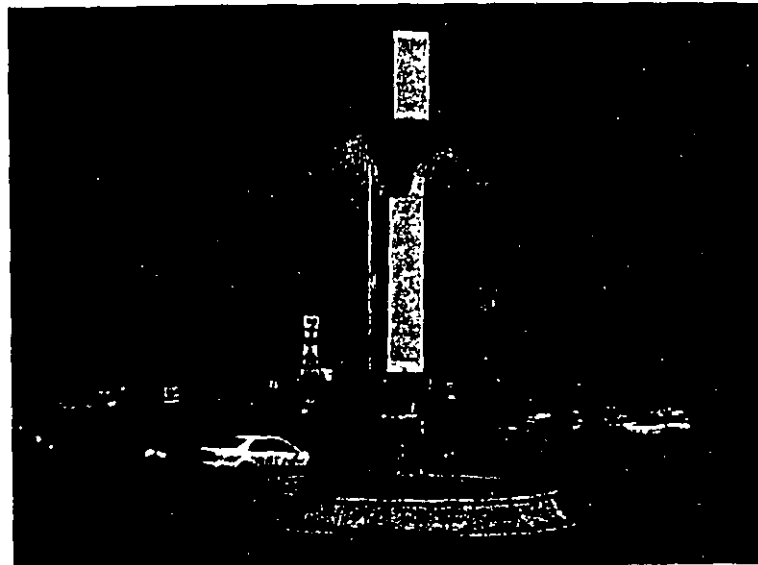


GFCI protection required for:

- (1) Self-contained spa or hot tub
- (2) Packaged spa or hot tub assembly
- (3) Field-assembled spa or hot tub with heater load of 50 amperes or less

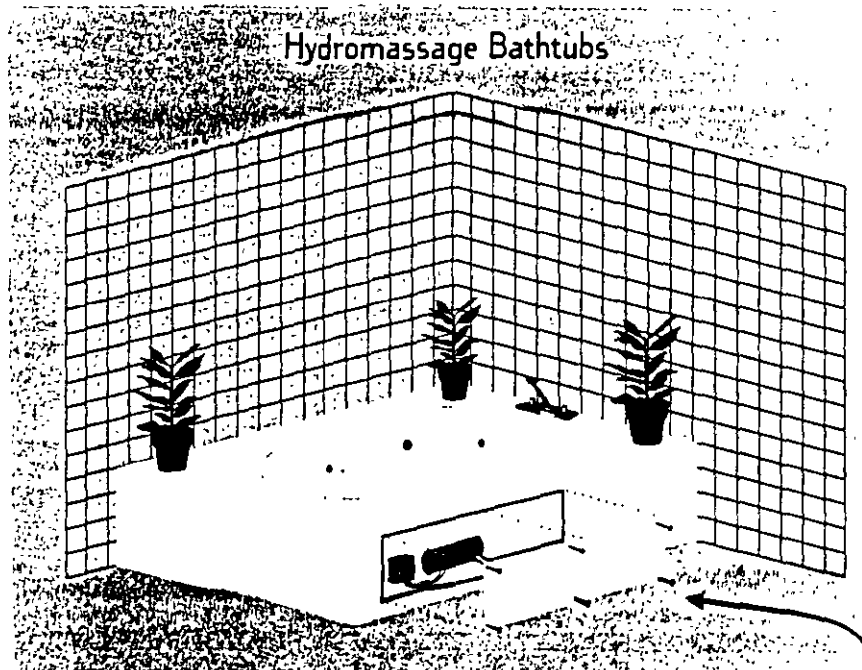
Listed self-contained unit or listed packaged equipment assembly marked to indicate integral GFCI protection does not require GFCI protection at the outlet.

Section 680-57
Fountain with electric sign



Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

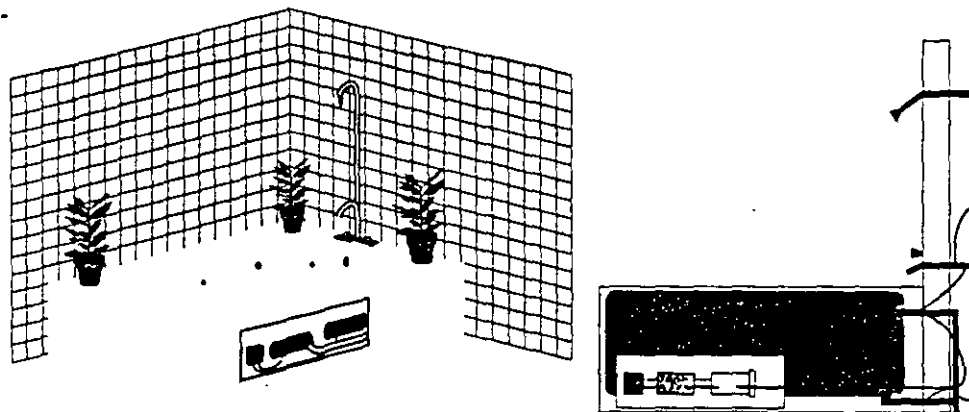
Section 680-72



Hydromassage bathtub electrical equipment is required to be accessible without damaging the building structure or finish.

Section 680-73

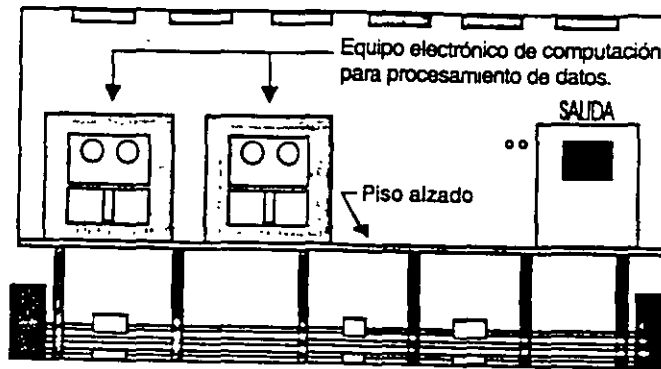
Hydromassage Bathtubs



Conductive metal parts of hydromassage tubs and associated metal piping are required to be bonded by a conductor not smaller than Number 8 solid.

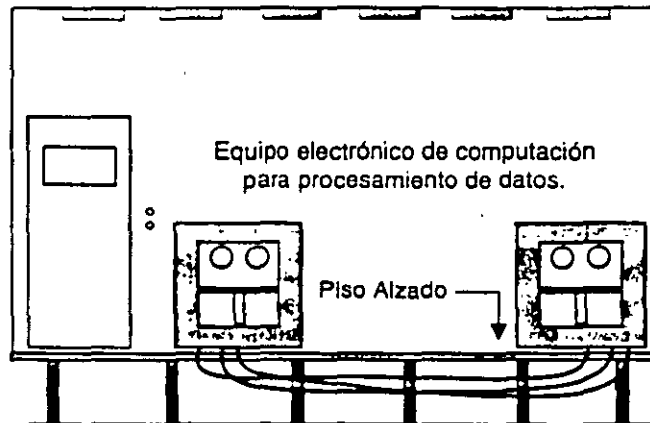
Marco Antonio Macías Herrera
Ingeniero

Sección 645-5(d)(2)



Se permite la utilización de conduit rígido no metálico abajo de pisos alzados cuando se usa para circuitos ramales que suministran receptáculos o equipo alambrado en el campo.

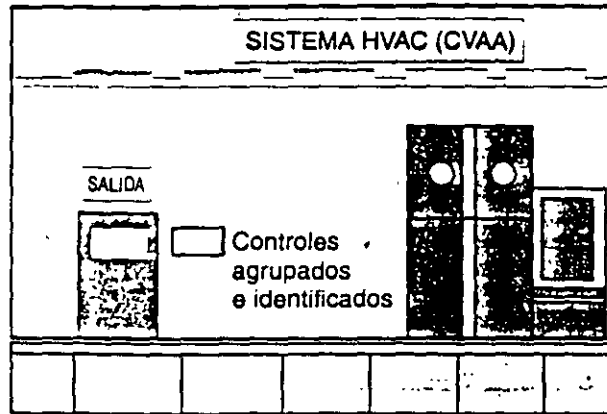
Sección 645-5(d)(5)



Los ensambles de cables diferentes a los tipos MI, MC, o AC tienen que estar listados. El tipo DP con características adecuadas de resistencia al fuego, diseñado específicamente para utilizarse debajo de pisos alzados. Esta regla será efectiva a partir del 1o. de Julio de 1994.

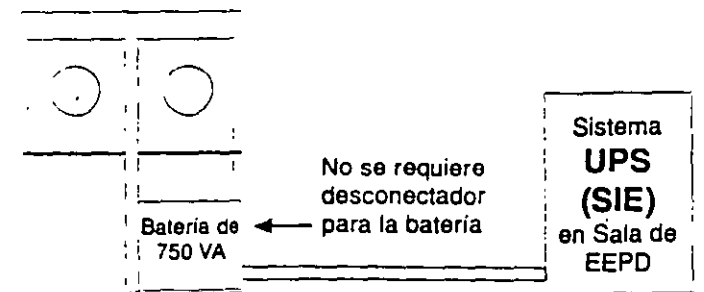
Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

Sección 645-10



Se tiene que proveer medios de desconexión para sistemas electrónicos y de HVAC (CVAA). El control para los desconectores requeridos tiene que estar agrupado e identificado. Tiene que ser fácilmente accesibles y localizados cerca de la puerta de salida.

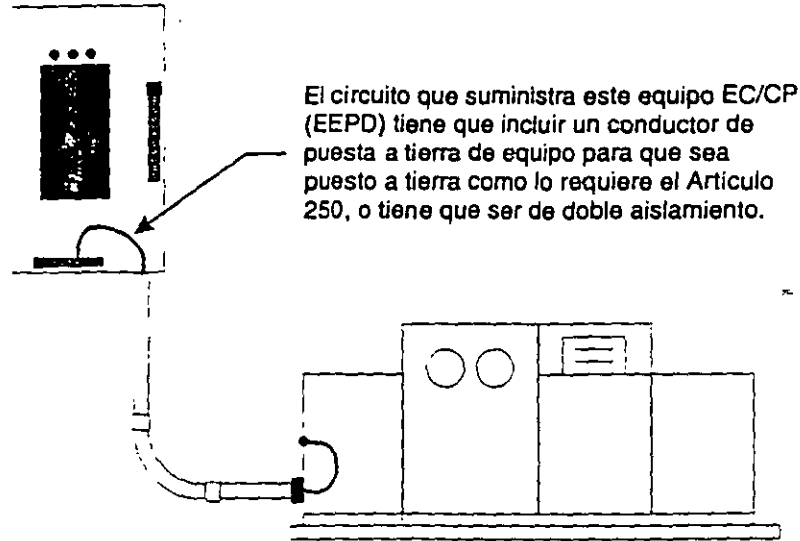
Sección 645-11, Excepción No. 2



La fuente de energía tiene que ser capaz de proveer 750 VA o menos. Esta fuente puede ser derivada de un equipo de UPS(SIE) o de un circuito de baterías integrado a un equipo electrónico. Se deben acatar todas las condiciones de la Sección 645-11.

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

Sección 645-15, Puesta a Tierra ✓



El circuito que suministra este equipo EC/CP (ECPD) tiene que incluir un conductor de puesta a tierra de equipo para que sea puesto a tierra como lo requiere el Artículo 250, o tiene que ser de doble aislamiento.

Las partes metálicas no conductoras de corriente que estén expuestas de EC/CP (ECPD) tienen que estar conectadas a tierra como lo requiere el Artículo 250 o tiene que ser de doble aislamiento.

ELECTRODE 250-115

In connecting grounding conductors to grounding fittings by suitable lugs, use pressure connectors, clamps, or other listed means including exothermic welding. Soldering shall never be used. The ground clamps shall be of a material that is compatible for both the grounding electrode and the grounding conductor. No more than one conductor shall be connected to an electrode unless the connector is listed for the purpose per Sec. 110-14(a). Grounded fittings used to connect the grounding conductor may be any of the following:

- (1) Exothermic welding
- (2) Listed lugs
- (3) Listed pressure connectors
- (4) Listed clamps

Direct burial grounding clamps must be utilized on grounding electrodes in the earth such as pipes, rods, rebar, encased electrodes, etc. (See Figure 11-50)

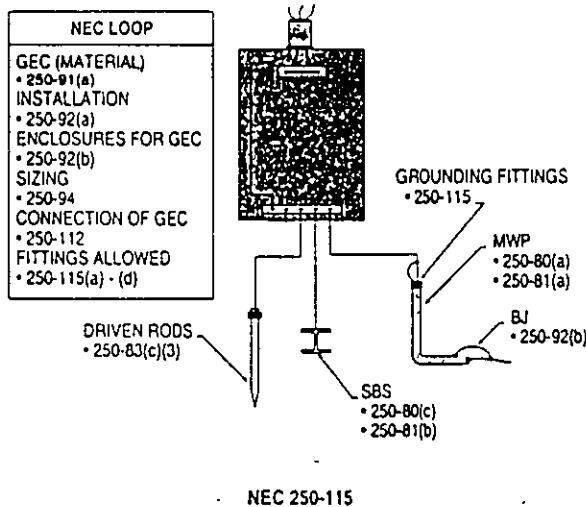


Figure 11-50. In connecting grounding conductors to grounding fittings by suitable lugs, use pressure connectors, clamps, or other listed means including exothermic welding.

PROTECTION OF ATTACHMENT 250-117

Unless approved for general use without protection, ground clamps and fittings shall be installed as follows: (See Figure 11-51)

- (1) Be located so that they will not be subject to damage, or

- (2) Be enclosed in metal, wood, or equivalent protective covering.

With exothermic welding (cad-welding), checked for the resistance of the connection with a Ductor. If a low-resistance is measured, the problems of a high-resistance connection should be eliminated.

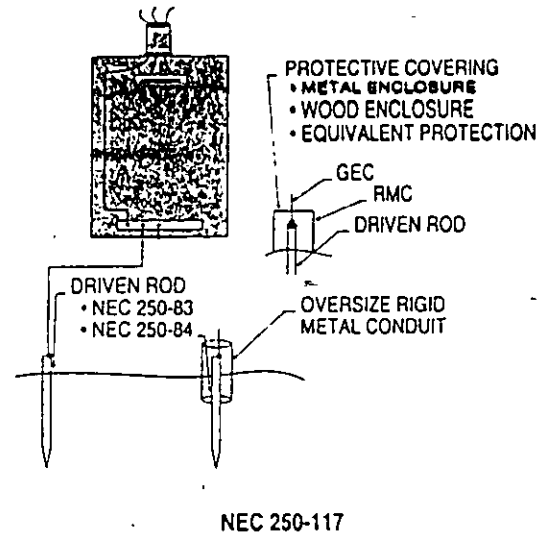


Figure 11-51. Ground clamps and fittings shall be installed so that they will not be subject to damage or be enclosed in metal, wood, or equivalent protective covering.

COMPUTER GROUNDING USING A SPACER 645-15; 250-75, Ex.

Problems often occur with computers due to electrical noise within the electrical circuits. Special grounding methods are required to be installed to minimize the electrical noise. A nonmetallic spacer is permitted to be installed between sensitive electronic equipment and the service panel or source per Sec's. 250-21(d) and 250-75, Ex. 1. An insulated equipment grounding conductor shall be installed with circuit conductors. (See Figure 11-52)

Note that when installing a grounding electrode conductor to a driven rod or other type of electrode which is not connected to the grounding electrode system of the building, the computer is not completely isolated and this creates a grounding hazard. The grounding electrode conductor has no low-impedance return path for the fault-current to return to the power source and trip open the overcurrent protection device. This is due to the high resistance of the earth.

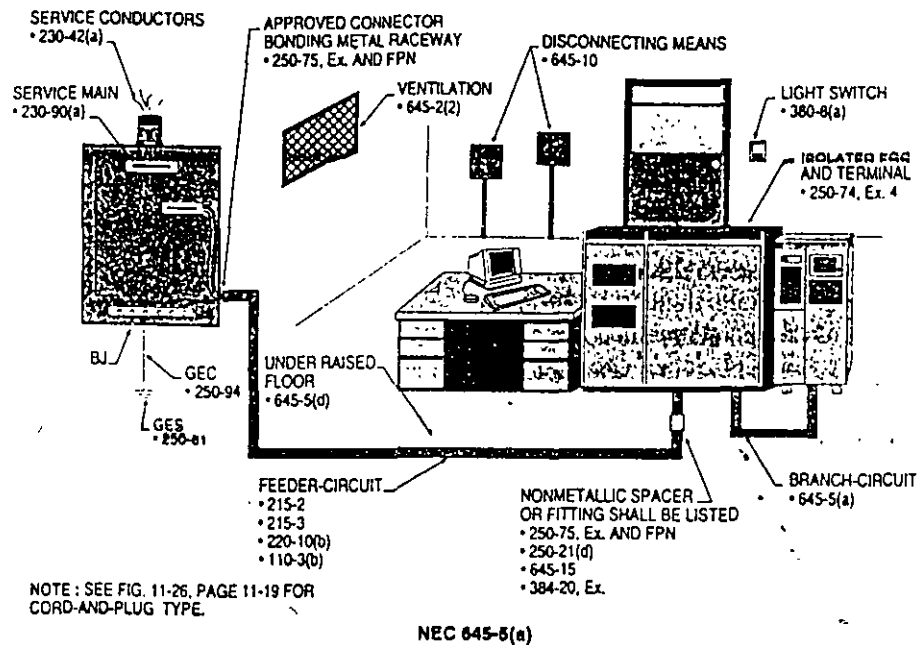


Figure 11-52. A nonmetallic spacer is permitted to be installed between sensitive electronic equipment and the service panel or source. However, an equipment grounding conductor must be run to such equipment.

RADIAL GROUNDING 645-15; 547-8(b)

More grounding noise is sensed when there is not an equipotential plane between the computer and other grounded metal.

To eliminate such noise, the computer shall be grounded with a radial system which clears the ground system of ground loops. Ground loops produce paths for circulation of the ground currents and these currents create unwanted electrical noise that cause computers to malfunction.

Grounding for a computer shall be installed in accordance with Art. 250. The grounding electrode conductor at the service equipment or subfed transformer shall be connected to all exposed noncurrent-carrying parts of the computer enclosure. The equipment grounding conductor is used to provide this function of grounding to the enclosure of the computer. (See Figure 11-53)

HIGH-FREQUENCY REFERENCE GRID 645-15; 547-8(b)

A high-frequency reference grid system can be connected to a computer grounding point. A single ground point must be grounded radially and tied to a high-frequency reference grid for computer equipment. The computer shall

be grounded by the grid at the same ground point. The grounding electrode is then grounded to the computer ground point. This type of grounding scheme is installed to help minimize electrical noise and applies complies with the rules and regulations of the NEC.

The power conductors, grounds, and neutral shall be installed in the same conduit or cable except for the reference grid ground, it can be routed away from these circuit conductors.

SWIMMING POOLS ART. 680, PART B

Swimming pools and decorative fountains are required to be grounded and bonded to prevent electrical shock to people wading and swimming in the pool water. Proper size bonding and grounding conductors are essential to ensure the safety of persons having a good time in or around the wet areas of the swimming pool.

BONDING 680-22(a); (b)

The bonding of all metal parts and grounding of the elements keeps the interconnected system and steel at the same potential which creates an equipotential plane. Stray currents moving in the water, metal, and steel of the pool

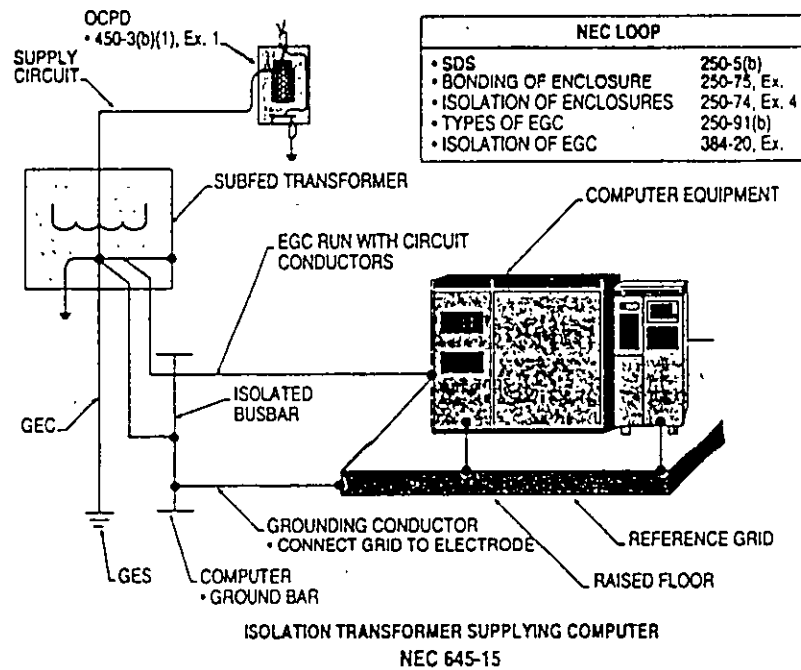
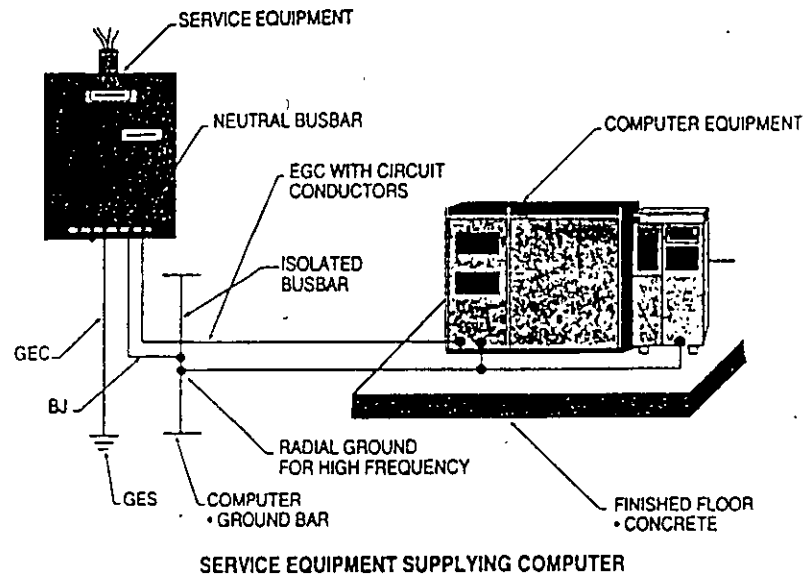


Figure 11-53. Ground loops produce paths for circulation of the ground currents and these currents create unwanted electrical noise that cause computers to malfunction.

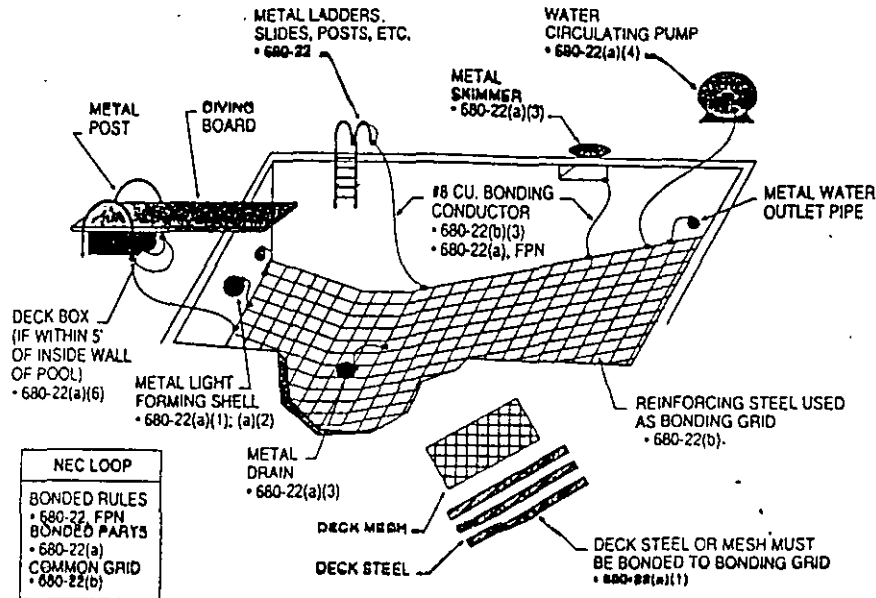
that are not cleared by the overcurrent protection device are kept at zero or at earth potential. This prevents electrical shock hazards to persons in the pool water or the area surrounding the pool, such as the deck where there may be stray currents in the steel or mesh in the concrete or gunite.

A No. 8 or larger solid copper conductor shall be used to bond together all metal parts to the common bonding grid which is the foundation steel of the pool. The reinforcing bars in the pool and metal in the walls of the pool are used to form the common grid system. The bonding conductor should not be run to the service equipment and be

connected to the grounded terminal bar in the service equipment enclosure per Sec. 680-22, FPN. Note, this connection could allow more current from the service neutral to flow to the pool.

The equipment and metal parts of a swimming pool required to be bonded are as follows:

- (1) All fixed parts located within 5 ft. of the walls of the pool or they must be separated by a permanent barrier.
- (2) All metal parts and reinforcing steel in the pool or deck.



NEC 680-22(a); (b)

Figure 11-54. The bonding of all metal parts and grounding of the elements keeps the interconnected system and steel at the same potential which creates an equipotential plane.

- (3) All forming shells housing wet-niche or dry-niche fixtures.
- (4) All metal parts and fittings of recirculating motor, etc.
- (5) All fixed metal parts, such as conduit, pipes, cables, equipment, etc. located within 5 ft. of the pool and not separated by a permanent barrier, and within 12 ft. vertically of the maximum water level. (See Figure 11-54)

GROUNDING 680-24; 680-25

All metal parts around the pool are required to be bonded and grounded to ground potential and thus reduce the threat of shock hazard. The equipment and parts that must be grounded includes the following items:

- (1) Wet-niche lighting fixture.
- (2) Dry-niche lighting fixture.
- (3) All electrical equipment located within 5 ft. of the inside walls of the pool.
- (4) Circulating pump.
- (5) All other electrical equipment.

The equipment grounding conductor used to ground the metal parts of equipment, junction boxes, etc. must be sized from Table 250-95, based on the rating of the overcurrent protection device protecting the branch-circuit conductors.

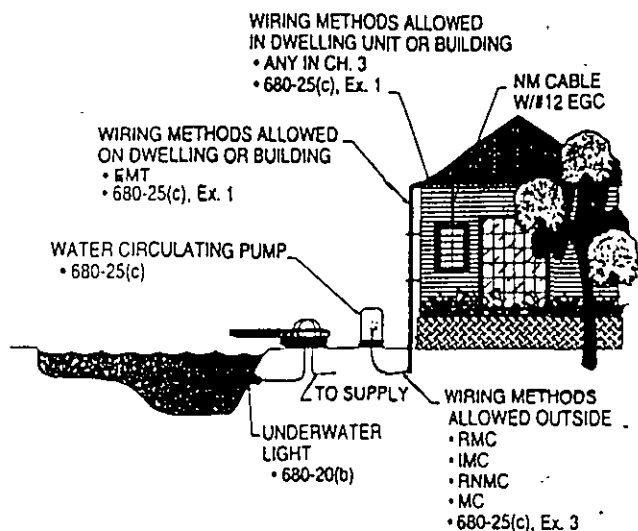
Grounding of the junction box and wet-niche fixtures must be accomplished by a No. 12 copper insulated equipment grounding conductor. The grounding conductor is sized according to the rating of the overcurrent protection device per Table 250-95. It must not be smaller than No. 12 and must be unspliced unless the exception is applied.

The grounding conductor must be installed and run with the circuit conductors in rigid metal conduit, intermediate metal conduit, or rigid nonmetallic conduit from the panelboard to the deck box. The main function of the No. 12 equipment grounding conductor is to clear the overcurrent protection device in case of a ground-fault.

The exceptions to Sec. 680-25(b)(1) permits conductors on or within buildings to be installed in electrical metallic tubing instead of rigid metal conduit, intermediate metal conduit, PVC (schedule 80), or electrical nonmetallic tubing. For further information see Sec. 680-25(c), Ex. 3 which allows nonmetallic sheathed cable to be used in the circuit where the cable is located inside. (See Figure 11-55)

Flexible cords used to ground wet-niche fixtures shall be provided with a No. 16 or larger insulated copper equipment grounding conductors connected to a terminal in the supply deck box. The type of connection provides continuity when the fixture is removed for servicing.

Design Tip: The No. 12 equipment grounding conductor is used to clear a ground-fault while the No. 8 bonding jumper is utilized to bond the metal parts of the pool to the grid system.



NEC 680-25(c), Ex. 1 AND Ex. 3

Figure 11-55. The Ex.'s to Sec. 680-25(b)(1) permits conductors on or within buildings to be installed in electrical metallic tubing instead of rigid metal conduit, intermediate metal conduit, PVC (schedule 80), or electrical non-metallic tubing.

HOT TUBS, SPAS, AND HYDROMASSAGE TUBS ART. 680, PART D AND G

Hot tubs, spas, and hydromassage tubs are required to be bonded and grounded for the same reasons as swimming pools for the safety of those using them. Such tubs can be located inside or outside of the dwelling unit or building.

BONDING 680-41(d)

Sec. 680-41(d) lists the items that must be bonded together. Sec. 680-41(e) lists the methods by which the bonding can be accomplished. The following items must be bonded together per Sec. 680-41(d).

- (1) All metal fittings of the spa or hot tub.
- (2) All metal parts of electrical equipment associated with the spa or hot tub.
- (3) All metal conduit, piping, and metal surfaces located within 5 ft. of the inside walls of the spa.

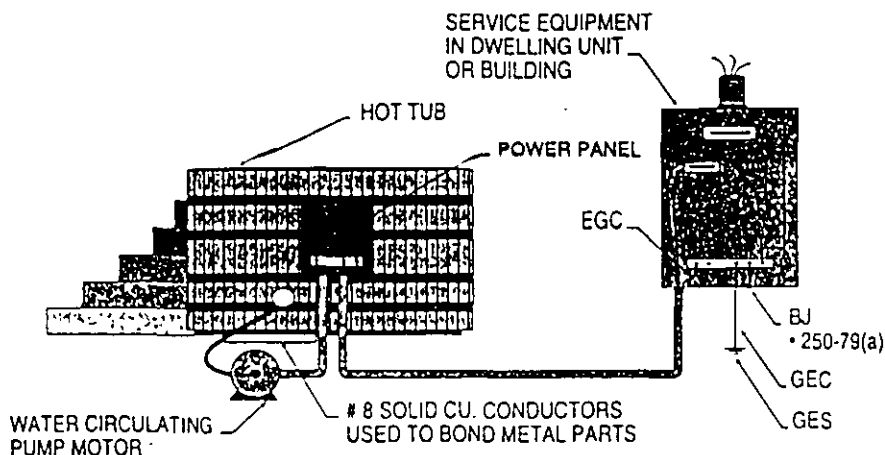
Any of the following bonding methods may be used per 680-41(e) to provide a safe and reliable bonding system.

- (1) Interconnected threaded metal piping and fittings.
- (2) Metal-to-metal bonding on a common frame or base.
- (3) Size No. 8 or larger copper bonding jumper. The bonding jumper may be insulated, covered, or a bare wire. (See Figure 11-56)

Design Tip: The No. 8 bonding jumper used to bond the metal of the equipment and steel in and around pools, spas, and hot tubs is used for bonding and not as an equipment grounding conductor.

GROUNDING 680-41(f)

Grounding may be accomplished according to the provisions of Art. 250. The equipment grounding conductor



NEC 680-41(d)

Figure 11-56. A No. 8 solid copper conductor shall be used to ground all noncurrent-carrying parts associated with the hot tub including metal piping, etc. located within 5 ft. of the tub.

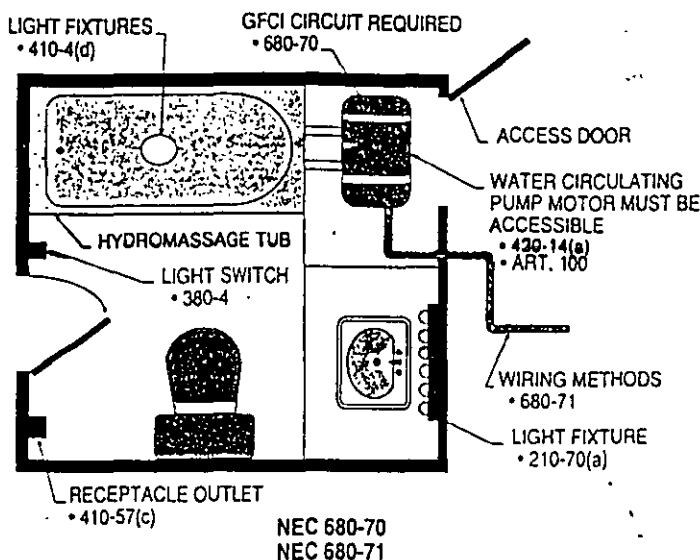


Figure 11-57. Hydromassage bathtubs are treated in the same manner as regular bathtubs except they must be supplied with a GFCI-protected circuit to protect the users from electrical shock. Lighting fixtures shall comply with Sec. 410-4(d). Switches and receptacles shall meet the provisions of Sec's. 380-4 and 410-57(c).

can be done by using metal conduit or equipment grounding conductor per Sec. 250-91(b). The equipment grounding conductor within a flexible cord, flexible cable, or flexible conduit must be connected to the fixed metal part of the assembly.

tems are not bonded and grounded properly when making an inspection of such systems. Many times they are not grounded into the grounding electrode system but are grounded independently with different potentials to ground. (See Figure 11-58)

HYDROMASSAGE BATHTUBS 680-70; 680-71

Hydromassage bathtubs are treated in the same manner as conventional bathtubs. The wiring methods for hydromassage bathtubs shall comply with Chapter 1-4 of the NEC. All elements for hydromassage bathtubs shall be supplied by GFCI-protected circuits. See Sec. 410-4(d) for hanging fixtures over and around the tub. Location of switches for lighting fixtures and receptacle outlets are treated in the same manner as a regular bathtub. (See Figure 11-57)

Design Tip: See Sec. 380-4 and Sec. 410-57(c) for locating and installing switches and receptacles which are not associated with the hydromassage tub. Access to the circulating motor for servicing is required per Art. 100

GROUNDING ANTENNA SYSTEMS PER NEC AND UL

Satellite dishes, CATV, and antenna systems are required to be grounded for safety. Inspectors find that these sys-

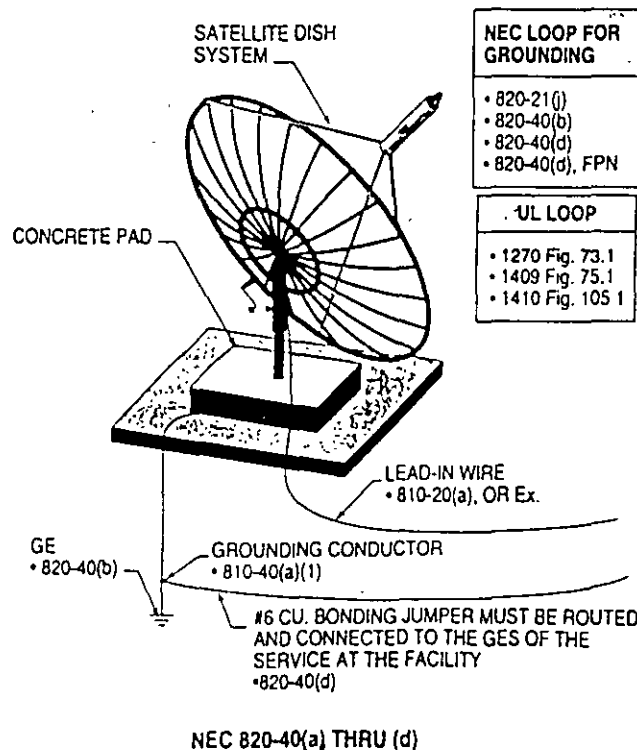
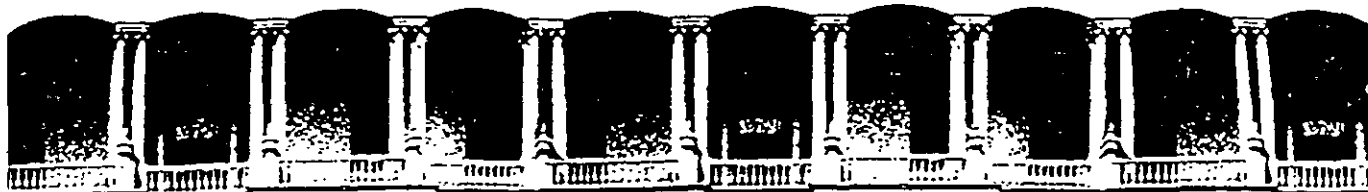


Figure 11-58. The above illustrates the proper grounding of a satellite dish system.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
BAJO LA NORMA OFICIAL MEXICANA
NOM - 001 - SEMP - 1994
(PARTE 2)**

TEMA:

**ARTICULO 700
SISTEMAS DE EMERGENCIA**

**ING. ABEL GARCÍA OROPEZA
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 1999**

ARTICULO 700

SISTEMAS DE EMERGENCIA

ING. ABEL GARCIA OROPEZA

CAPITULO 7. CONDICIONES ESPECIALES.

ARTICULO 700. SISTEMAS DE EMERGENCIA (EMERGENCY SYSTEMS).

A. DISPOSICIONES GENERALES.

700-1. ALCANCE.

- * INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE EMERGENCIA CONSTITUIDOS POR CIRCUITOS Y EQUIPOS DESTINADOS A ALIMENTAR, DISTRIBUIR Y CONTROLAR LA ENERGIA ELECTRICA PARA ILUMINACION Y/O FUERZA CUANDO ES INTERRUMPIDO EL SUMINISTRO NORMAL DE ENERGIA ELECTRICA.
- * REQUERIDOS POR LEY, REGLAMENTOS, DECRETOS O LEGISLACIONES FEDERALES VIGENTES.
- * SUMINISTRO AUTOMATICO A LAS "AREAS CRITICAS" (DESIGNATED AREAS) Y EQUIPOS EN F' CASO DE FALLA DEL SUMINISTRO NORMAL O FALLA DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA Q SUMINISTRA, DISTRIBUYE Y CONTROLA LA FUERZA Y LA ILUMINACION NECESARIA PARA LA SEGURIDAD DE LA VIDA HUMANA.
- * GENERALMENTE INSTALADOS EN LUGARES DE REUNIONES DONDE LA ILUMINACION ES NECESARIA PARA VIAS DE ESCAPE SEGURAS O PARA CONTROLAR EL PANICO EN EDIFICIOS SUJETOS A GRAN CONCENTRACION DE PERSONAS COMO :
 - * HOTELES.
 - * TEATROS.
 - * CANCHAS DEPORTIVAS.
 - * CENTROS COMERCIALES.
 - * SERVICIOS DE ASISTENCIA MEDICA.
 - * LUGARES SIMILARES.
- * DEBEN PROVEER LA FUERZA NECESARIA PARA EQUIPOS COMO :
 - * VENTILACION CUANDO SEA INDISPENSABLE PARA PRESERVAR VIDAS.
 - * SISTEMAS DE ALARMAS Y DETECCION DE INCENDIOS.
 - * ASCENSORES.
 - * BOMBAS PARA EQUIPOS CONTRA INCENDIO.
 - * SISTEMAS DE COMUNICACION DE SEGURIDAD PUBLICA.
 - * PROCESOS INDUSTRIALES DONDE LA INTERVENCION PODRIA PRODUCIR SERIOS RIESGOS A LA INTEGRIDAD HUMANA.
 - * FUNCIONES SIMILARES.

ARTICULO 701. SISTEMAS DE RESERVA LEGALMENTE REQUERIDOS (LEGALLY REQUIRED STANDBY SYSTEMS).

701-1. ALCANCE.

- * SEGURIDAD ELECTRICA DEL DISEÑO, INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO, DE LOS SISTEMAS DE RESERVA LEGALMENTE REQUERIDOS: CONSISTENTES EN CIRCUITOS Y EQUIPOS NECESARIOS PARA SUMINISTRAR, DISTRIBUIR Y CONTROLAR LA ALIMENTACION ELECTRICA PARA ILUMINACION Y/O POTENCIA A LOS SERVICIOS QUE LA REQUIERAN, CUANDO EL SISTEMA O LA FUENTE NORMAL DE ELECTRICIDAD SE HAYA INTERRUMPIDO.

701-2. REQUERIDOS POR LOS REGLAMENTOS O LEYES FEDERALES VIGENTES O POR CUALQUIER AUTORIDAD COMPETENTE.

- * SUMINISTRAN AUTOMATICAMENTE ENERGIA A CARGAS SELECCIONADAS (EXCEPTUANDO LOS SISTEMAS CLASIFICADOS DE EMERGENCIA) EN EL CASO DE FALLA DEL SUMINISTRO.
- * TÍPICAMENTE INSTALADAS EN SISTEMAS TALES COMO :
 - * CALEFACCION Y REFRIGERACION.
 - * COMUNICACIONES.
 - * VENTILACION Y EXTRACCION DE HUMO.
 - * DRENAJE.
 - * ALUMBRADO Y PROCESOS INDUSTRIALES QUE EN EL CASO DE FALLA DEL SUMINISTRO NORMAL PUEDEN OCASIONAR PELIGROS O DIFICULTAR LAS OPERACIONES DE EXTINCION DE INCENDIOS Y DE RESCATE.

ARTICULO 702. SISTEMAS OPCIONALES DE RESERVA (OPCIONAL STANDBY SYSTEMS).

702-1. ALCANCE.

- * INSTALACION Y OPERACION DE LOS SISTEMAS OPCIONALES DE RESERVA.

702-2. SISTEMAS OPCIONALES DE RESERVA.

- * PROPOSITO: PROTEGER NEGOCIOS, OPERACIONES INDUSTRIALES O PROPIEDADES PRIVADAS DONDE LA SEGURIDAD DE LA VIDA DE LAS PERSONAS NO DEPENDE DEL FUNCIONAMIENTO DE ESTOS SISTEMAS.
- * GENERAN INTERNAMENTE ENERGIA ELECTRICA PARA ABASTECER CARGAS SELECCIONADAS, EN FORMA MANUAL O AUTOMATICA.
- * SE INSTALAN TIPICAMENTE EN :
 - * EDIFICIOS COMERCIALES O INDUSTRIALES.
 - * GRANJAS.
 - * RESIDENCIAS.
 - * CARGAS DONDE LA FALLA EN EL SUMINISTRO PUEDEN OCASIONAR INTERRUPCIONES GRAVES DE PROCESOS, DAÑOS A PRODUCTOS Y EQUIPOS, ETC COMO :
 - * SISTEMAS DE CALEFACCION Y REFRIGERACION
 - * SISTEMAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS Y COMUNICACIONES.
 - * PROCESOS INDUSTRIALES.
 - * OTROS.

EQUIPOS.

700-3. CERTIFICADOS PARA EMERGENCIA.

701-4. CERTIFICADOS PARA SU USO ESPECIFICO.

702-4. APROBADOS PARA ESE USO.

PRUEBAS Y MANTENIMIENTO.

- 700-4. a) REALIZA O PRESENCIA PRUEBAS LA AUTORIDAD COMPETENTE AL SER INSTALADO Y POSTERIORMENTE A INTERVALOS PERIODICOS.
b) PRUEBAS PERIODICAS ACEPTADAS POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.
c) MANTENIMIENTO DE BATERIAS PERIODICO.
d) REGISTROS ESCRITOS O BITACORA DE PRUEBAS Y MANTENIMIENTO.
e) PRUEBAS CON CARGA. MEDIOS PARA PROBAR EN CONDICIONES DE CARGA MAXIMA ANTICIPADA (ESPERADA).

701-5. IGUAL A 700-4, SIN MENCIONAR EN EL INCISO (e) QUE LA CARGA SEA MAXIMA.

CAPACIDAD.

- 700-5. a) CAPACIDAD NOMINAL PARA LA OPERACION SIMULTANEA DE TODAS LAS CARGAS.
b) SISTEMA SELECTIVO DE TOMA Y DESCONEXION DE CARGAS Y DE REDUCCION DEL PICO DE CARGA.
* PROVEER UN SISTEMA AUTOMATICO SELECTIVO PARA ASEGURAR LA ENERGIA ADECUADA, CON LAS SIGUIENTES PRIORIDADES.
1) CIRCUITOS DE EMERGENCIA.
2) CIRCUITOS DE RESERVA ESTABLECIDOS LEGALMENTE.
3) CIRCUITOS OPCIONALES DE RESERVA.
* PUEDE USARSE PARA LA REDUCCION DEL PICO DE CARGA SI SE CUMPLE LA SECCION 700-4.
* UNA FUENTE ALTERNA PORTATIL O PROVISIONAL DEBE ESTAR DISPONIBLE CUANDO EL EQUIPO ESTE EN MANTENIMIENTO MAYOR O EN REPARACION.
- 701-6. * CAPACIDAD Y REGIMEN PARA ALIMENTAR TODOS LOS EQUIPOS OPERANDO SIMULTANEAMENTE.
* SISTEMA AUTOMATICO DE CARGA Y DESCONEXION SEGUN LA NECESIDAD.
- 702-5. * IDEM 701-6.

EQUIPOS DE TRANSFERENCIA.

- 700-6. * AUTOMATICOS E IDENTIFICADOS PARA EL USO DE EMERGENCIA O CERTIFICADAS POR LAS AUTORIDADES COMPETENTES.
* DISEÑADOS E INSTALADOS PARA PREVENIR LA INTERCONEXION ACCIDENTAL CON LA ALIMENTACION NORMAL.
* CUANDO SE USE UN PUENTE (BY PASS) SE DEBE EVITAR EL FUNCIONAMIENTO INVOLUNTARIO EN PARALELO.
- 701-7. * AUTOMATICOS Y MARCADO PARA EL USO DE RESERVA Y CERTIFICADOS POR LAS AUTORIDADES COMPETENTES.
* DISEÑO, INSTALACION Y PUENTE, IGUAL A 700-6.
- 702-6. * ADECUADO PARA EL USO PREVISTO. DISEÑADO E INSTALADO PARA EVITAR INTERCONEXIONES INADVERTIDAS ENTRE LA FUENTE NORMAL Y LA OPCIONAL.

SEÑALIZACION (SIGNALS).

- 700-7. DONDE SEA NECESARIO (WHERE PRACTICABLE), SE DEBEN PROVEER SEÑALES AUDIBLES Y VISUALES PARA LOS SIGUIENTES PROPOSITOS :
- AVERIA DE LA FUENTE DE EMERGENCIA.
 - FUNCIONAMIENTO DE LA BATERIA O EL GENERADOR.
 - FUERA DE OPERACION DEL CARGADOR DE LA BATERIA.
 - FALLA A TIERRA EN SISTEMA EN ESTRELLA SOLIDAMENTE ATERRIZADA DE MAS DE 150V A TIERRA Y CIRCUITOS DE 1000A O MAS.

701-8. a, b y c IGUALES A 700-7.

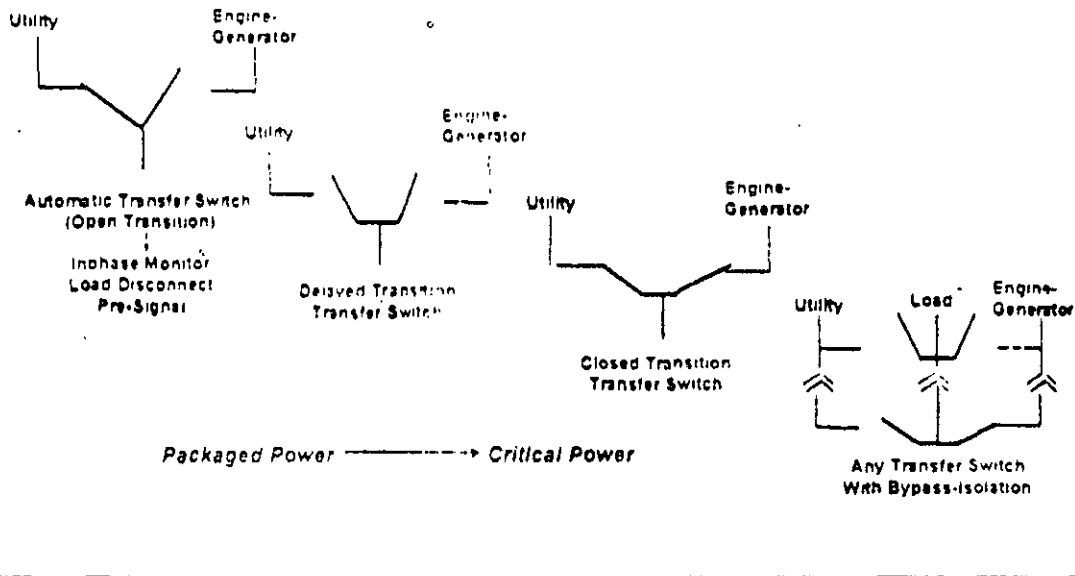
702-7. a y b IGUALES A 700-7.

SEÑALES (SIGNS).

- 700-8. a) SE DEBE COLOCAR UNA SEÑAL EN LA ACOMETIDA QUE INDIQUE EL TIPO Y UBICACION DE LAS FUENTES DE ENERGIA DE EMERGENCIA EN EL LUGAR.
b) DONDE EL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL CIRCUITO CONECTADO A LA FUENTE DE EMERGENCIA SE CONECTE AL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL ELECTRODO EN UNA LOCALIZACION REMOTA DE LA FUENTE DE EMERGENCIA. DEBE HABER UNA SEÑAL EN EL LUGAR DE ATERRIZAMIENTO QUE IDENTIFIQUE LAS FUENTES NORMAL Y DE EMERGENCIA.
- 701-9. a) IDEM A 700-8 DE LA FUENTE DE ENERGIA DE RESERVA LEGALMENTE REQUERIDA
b) IDEM A 700-8 b

ASCO Transfer Switches

Product Configurations



Methods for Transferring Motor Loads

- Neutral / Center Off Position
- Motor Load Disconnect Circuit
- Inphase Transfer
- Closed Transition Transfer

ASCO 7000 Series Switching Solutions

Bypass and Isolation Handles - Simple as 1, 2, 3

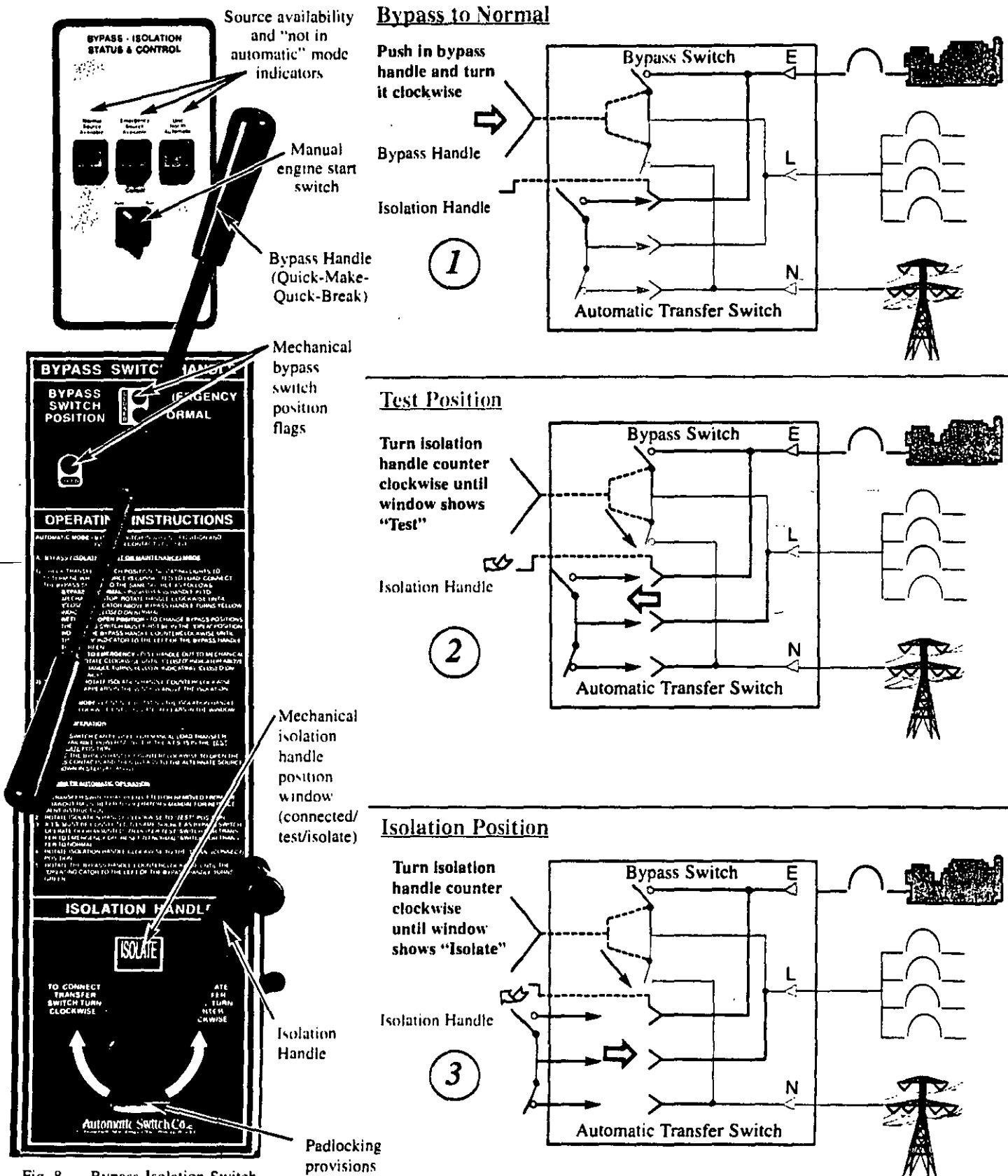


Fig. 8 Bypass-Isolation Switch user interface (1000-2000 amperes shown).

**GROUNDING
AND GROUND
FAULT
PROTECTION
OF EMERGENCY
POWER AND
ESSENTIAL LOAD
SYSTEMS**

Westinghouse manufactures a complete line of three pole and four pole switches that offer the system designer the flexibility to design either a separately derived or nonseparately derived system.

Separately Derived

The 1990 NEC defines a separately derived system as "wiring system whose power is derived from a generator, transformer or converter windings and has no direct electrical connection, including a solidly connected grounded circuit conductor, to supply conductors originating in another system, if required to be grounded as called out in Article 250 - 5 (a) and (b) shall be grounded as specified in section 250 - 26".

FPN No. 1 stresses that an alternate A-C power source such as a generator is **not a separately derived system if the neutral is solidly interconnected to a service supplied system neutral.**

Westinghouse three pole transfer switches are designed to be used on systems which are *not* separately derived, that is where the neutrals of both the service and generator are solidly connected together and our four pole switches are designed for use on separately derived systems.

Three Pole Transfer Switch

In this system both neutrals are solidly connected. Under these conditions it is necessary to run an equipment grounding conductor from the service equipment to the three pole transfer switch and from the three pole switch to the generator.

For separately derived systems Westinghouse recommends a true four pole transfer switch. The code states that a full sized conductor be used as a bonding jumper (Section 250 - 26 (a)). For this reason and the fact that the fourth pole could see short circuits of a magnitude approaching that of the phase conductors, UL 1008 has stipulated that a four pole transfer switch has a fourth pole which passes the same test criteria as the phase conductor poles.

Westinghouse four pole switches are designed and built with a fully rated fourth pole - where the pole switching the neutral is capable of making, breaking and withstanding the same magnitude of currents as the other three poles.

When applying a transfer switch in conjunction with Ground Fault Protection on a separately derived system there is a requirement to use a four pole transfer switch. In this type of installation it is important to guarantee the simultaneous switching of the load conductors and the neutral. A Ground Fault Protection system could be adversely affected by either:

1. The neutral's remaining open, resulting in a severe voltage unbalance of the load or
2. Permanently connecting the neutral of both the normal and alternate load neutrals.

The Westinghouse design insures safe and separate switching by fully rated and mechanically interlocked true four pole switch design. Available 30 - 3000 Amps.

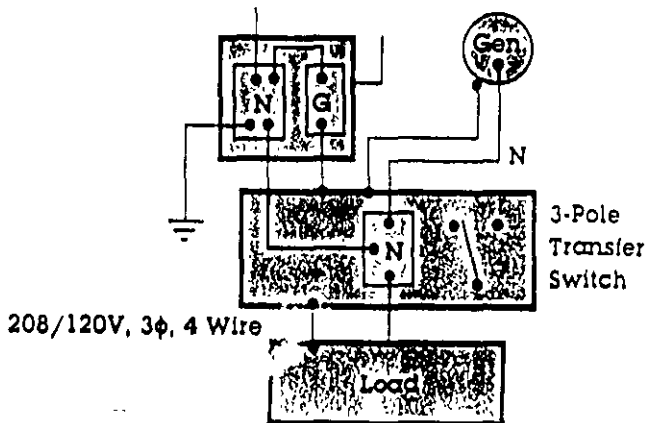


Figure 1: Non-separately derived system.

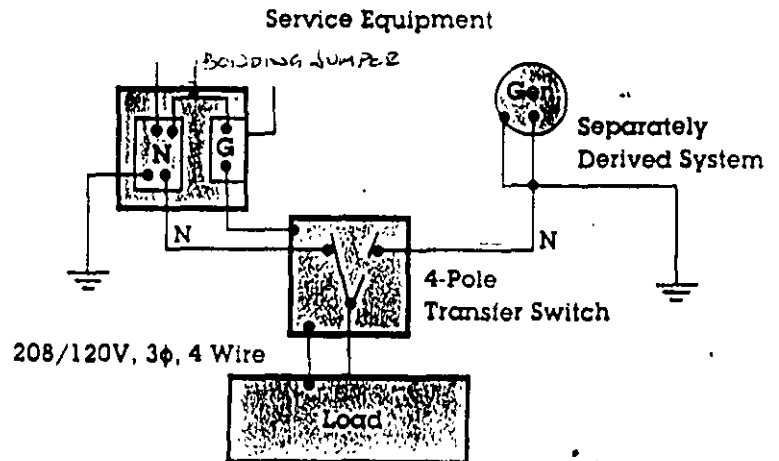


Figure 2: Separately derived system.

B. ALAMBRADO DE CIRCUITOS.

- 700-9. a) CAJAS Y CUBIERTAS IDENTIFICADAS FACILMENTE COMO COMPONENTES DE UN CIRCUITO DE EMERGENCIA.
b) EL ALAMBRADO MANTENIDO INDEPENDIENTEMENTE DE CUALQUIER OTRO ALAMBRADO Y EQUIPO Y NO DEBE PASAR POR LA MISMA CANALIZACION, CABLE, CAJA O GABINETE DE OTRO ALAMBRADO.

EXCEPCION 1. DENTRO DE LA TRANSFERENCIA.

EXCEPCION 2. EN ANUNCIOS DE SALIDA O EQUIPOS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA ALIMENTADAS DE 2 FUENTES.

EXCEPCION 3. EN CAJAS DE CONEXIONES PARA ANUNCIOS DE SALIDA O EQUIPOS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA ALIMENTADAS DE 2 FUENTES.

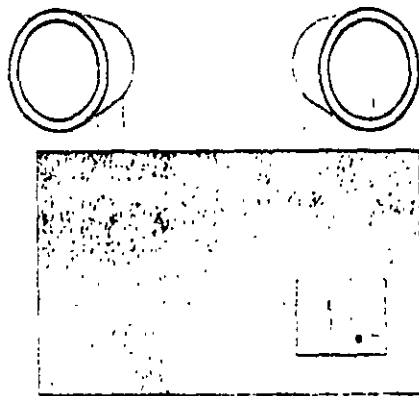
EXCEPCION 4. ESTA PERMITIDO 2 O MAS CIRCUITOS DE EMERGENCIA ALIMENTADOS DE LA MISMA FUENTE, EN LA MISMA CANALIZACION.

EXCEPCION 5. EN EL CASO DE CONEXIONES UNIDA A UN EQUIPO.

- 701-10. SE PERMITE QUE EL ALAMBRADO DE LOS SISTEMAS DE RESERVA LEGALMENTE REQUERIDAS OCUPE LAS MISMAS CANALIZACIONES, CAJAS Y GABINETES DEL ALAMBRADO GENERAL.

- 702-9. IDEM A 701-10 PARA LOS SISTEMAS OPCIONALES DE RESERVA.

Section 700-8(a) Exception



Sign not required at service equipment to indicate location of unit equipment.

Similar change to Sections 701-8(a) and 702-8(a).

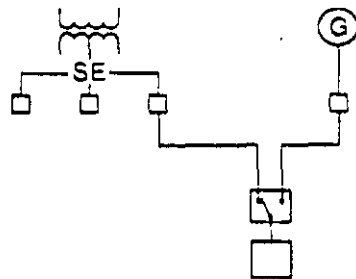
Section 700-8(a) Exception, Signs for Emergency Sources.

The general requirement in Section 700-8(a) is that a sign is required at the service entrance equipment to indicate the type and location of on-site emergency power sources.

A new exception has been added to provide that a sign is not required at the service equipment to indicate the location of unit equipment power sources. These may be so numerous and in so many locations as to make the sign requirement of Section 700-8(a) unreasonable. Also, the need for this sign is not the same as it would be for other standby power sources such as on-site generation.

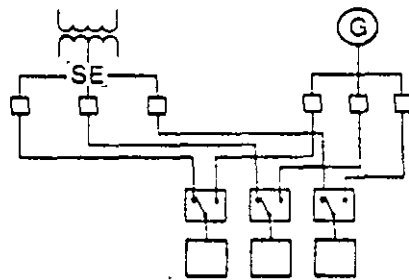
Similar exceptions have been added to Section 701-9(a) for legally required standby systems and to Section 702-8(a) for optional standby systems.

Section 700-9(b) Exception No. 1



Normal source permitted to enter transfer equipment.

Transfer equipment shall supply only emergency loads.



Additional transfer switches required to supply non-emergency loads.

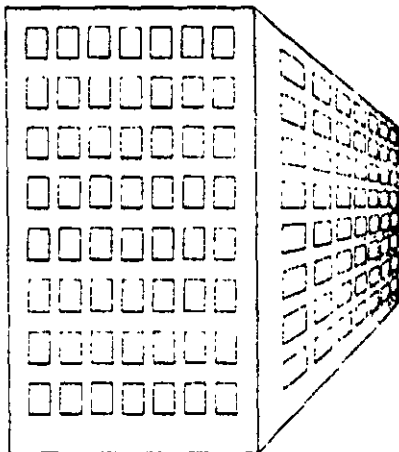
Section 700-9(b) Exception No. 1. Wiring, Emergency System.

A new sentence has been added to Section 700-9(b) Exception No. 1 to read as follows: *"The transfer equipment shall supply only emergency loads."*

This addition clarifies that a transfer switch, used to supply emergency loads, is not permitted to supply legally required, optional standby loads, or any other loads not classed as emergency. Exception No. 1, permitting wiring other than emergency wiring in transfer equipment enclosures, is intended to permit wiring from the normal power source to enter the transfer equipment enclosure.

This change will also clarify that multiple transfer switches are required if one generator is used to supply both emergency and non-emergency loads such as legally required or optional standby systems.

Section 700-9(c)



See Underwriters Laboratories Building Materials Directory for protective systems.

Fire protection of emergency system required for:

- Assembly occupancies more than 1000 persons;
- Buildings more than 75 ft. in height for the following occupancy classes:
 - Assembly,
 - Educational,
 - Residential,
 - Detention and Correctional,
 - Business, and
 - Mercantile.

Feeders installed in spaces fully protected by approved automatic fire suppression systems or listed 1-hour protective system.

Equipment located in above spaces or in spaces with 1-hour fire resistance rating.

Section 700-9(c). Fire Protection of Emergency System.

A new Section 700-9(c) has been added to require fire protection of feeder-circuit wiring and equipment such as transfer switches, transformers and panelboards for feeder circuits in assembly occupancies greater than 1,000 persons and in buildings above 75 feet in height in any of the following occupancy classes: assembly, educational, residential, detention and correctional, business and mercantile. Two Fine Print Notes refer to Section 4-1 of NFPA 101, Life Safety Code for definition of occupancies and to UL Subject 1724-1991 for information on electrical circuit protective systems.

The new paragraph will require feeder circuit wiring to be installed in spaces fully protected by approved automatic fire protection systems such as sprinklers or carbon dioxide systems or be a listed electrical circuit protective system with a 1-hour fire rating. In addition, equipment for feeder circuits (including transfer switches, transformers, panelboards, etc.) must be located either in spaces fully protected by approved automatic fire suppression systems or in spaces with a 1-hour fire resistance rating.

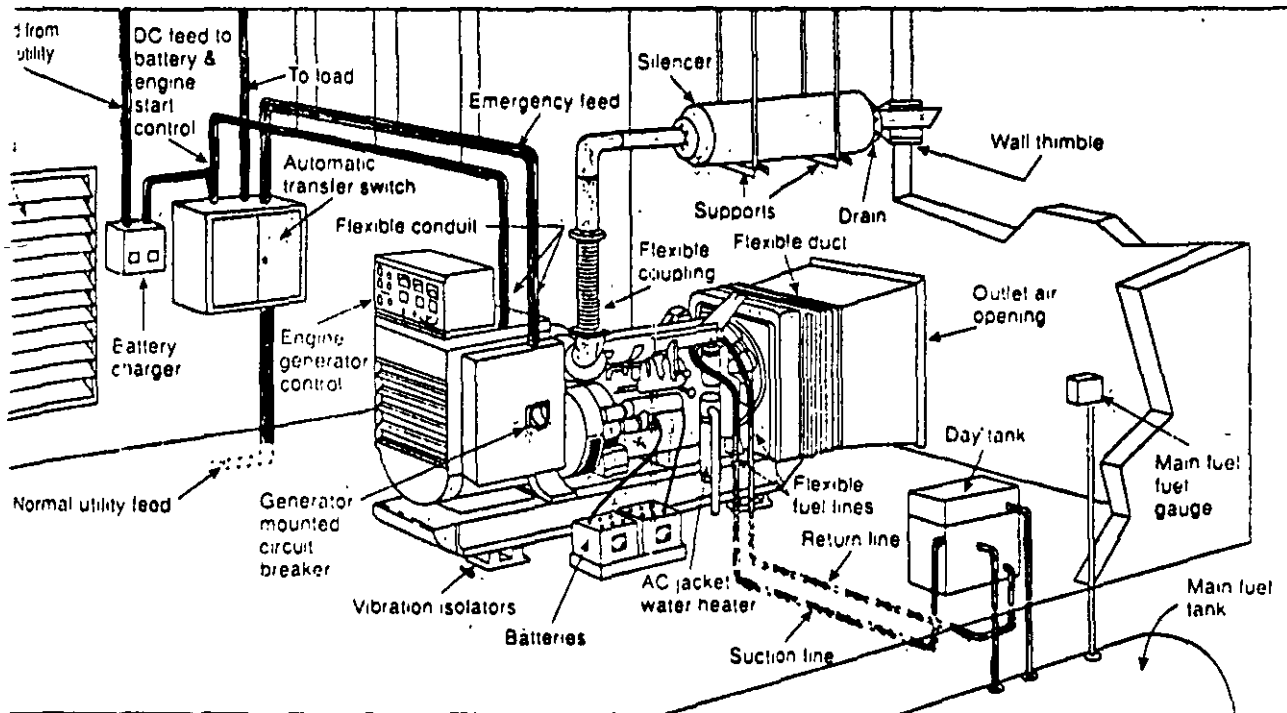


FIGURE 1. A typical generator installation supplying standby power in ratings from 55 kW to 930 kW, 60 Hz. (Caterpillar)

Equipment for feeder circuits (including transfer switches, transformers, panelboards, etc.) shall be either installed in spaces fully protected by approved fire suppression systems (sprinklers, carbon dioxide systems, etc.) or in spaces with a 1-hour fire resistance rating.

1): For definition of occupancy class, see Section 4-1 of the *International Building Code*, NFPA 101-1994.

2): For information on electrical circuit protective systems, see *Tests for Electrical Circuit Protective Systems*, UL Subject 168.

Provision is new in the 1996 *Code*. Due to the critical nature of emergency electrical systems for densely populated occupancies and for high-rise occupancies, fire protection requirements have been added to ensure the integrity and performance of the emergency system.

The *Code* affords optional methods of complying with the new requirements.

Feeder-circuit wiring may either be installed in spaces protected by an approved fire suppression system or in spaces with a listed electrical circuit protective system with a 1-hour fire rating.

Under the new requirements, the equipment for feeder circuits may either be installed in spaces fully protected by an approved fire suppression system or installed in spaces with a one-hour fire-resistance rating.

It is important to understand the difference between a one-hour fire rating of an electrical circuit, such as a conduit with wires, and a one-hour fire-resistance rating of a structural member, such as a wall. Simply stated, at the end of a one-hour fire test on an electrical conduit with wires, the circuit and its insulation must still be intact and electrically functioning (no short circuits, grounds, or opens are permitted). However, a wall subjected to a one-hour fire-resistance test must only prevent a fire from passing through or past the wall, without regard to damage to the wall.

All fire ratings and fire-resistance ratings are based on the assumption that the structural supports for the assembly are not impaired by the effects of the fire.

Various "Electrical Circuit Protective Systems (FHIT)," "Electrical Circuit Protective Materials (FHIM)," and "Fire Resistant Cables (FHJR)" used in the fire protection of electrical feeders are described in the 1994 *UL Building Materials Directory*. The four-letter code (shown in parentheses) following each of the category headings is the UL product category guide designation.

C. Sources of Power

700-12. General Requirements. Current supply shall be such that, in the event of failure of the normal supply to, or within, the building or group of buildings concerned, emergency lighting, emergency power, or both will be available within the time

C. FUENTE DE ENERGIA.

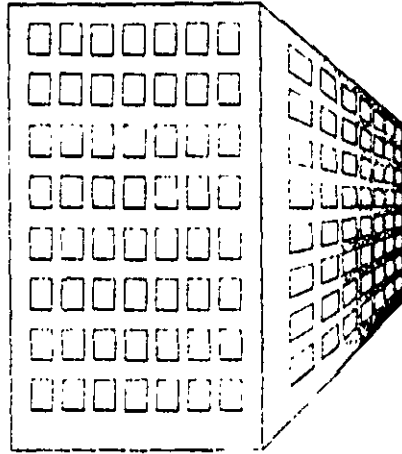
700-12. REQUISITOS GENERALES.

- * EN CASO DE FALLA DEL SUMINISTRO NORMAL AL INMUEBLE O GRUPO DE INMUEBLES, EL ALUMBRADO, LA FUERZA DE EMERGENCIA, O AMBOS, ESTEN DISPONIBLES EN UN TIEMPO NO MAYOR A 10 SEGUNDOS.
- * EL SISTEMA DE EMERGENCIA, PUEDE COMPRENDER UNO O MAS DE LOS SIGUIENTES SISTEMAS.
 - a) BATERIAS.
 - b) GRUPO GENERADOR.
 - c) FUENTE DE ALIMENTACION ININTERRUMPIBLE.
 - d) ACOMETIDA SEPARADA.
 - e) CONEXION ANTES DE LOS MEDIOS DE DESCONEXION A LA ACOMETIDA.
 - f) EQUIPOS DE LA UNIDAD (UNIT EQUIPMENT).
- * PARA SELECCIONAR LA FUENTE DE ENERGIA SE DEBE TOMAR EN CUENTA :
 - * LA CLASE DE SERVICIO QUE SE NECESITA.
 - * SI ES DE CORTA DURACION, COMO EN EL ALUMBRADO DE UN TEATRO.
 - * SI ES DE LARGA DURACION, COMO ES EL CASO DE UN HOSPITAL

NOTA : EL GRADO DE CONFIABILIDAD DEL SISTEMA DE EMERGENCIA DEPENDE DE UNA CUIDADOSA EVALUACION DE LAS VARIABLES DE CADA INSTALACION PARTICULAR.

- a) BATERIAS.
 - * REGIMEN Y CAPACIDAD PARA SUMINISTRAR Y MANTENER LA CARGA TOTAL DE ALUMBRADO Y FUERZA DE EMERGENCIA DE NO MENOS DE 1.5 HORAS SIN QUE LA TENSION APLICADA A LA CARGA CAIGA POR DEBAJO DEL 87.5% DE LA NORMAL.
 - * DISEÑADAS Y CONSTRUIDAS PARA SERVICIO DE EMERGENCIA Y COMPATIBLES CON EL CARGADOR DE BATERIAS.
 - * LAS BATERIAS DEL TIPO PLOMO-ACIDO QUE NECESITAN SE LES AGREGUE AGUA, LOS ENVASES DEBEN SER TRANSPARENTES O TRANSLUCIDOS.
 - * NO SE DEBEN UTILIZAR BATERIAS DE USO AUTOMOTRIZ.
 - * PROVEER UN MEDIO AUTOMATICO DE CARGA DE BATERIAS.

Section 700-12



See Underwriters Laboratories Fire Resistance Directory for fire-rated assemblies.

Equipment for sources of power in 700-12(a) through (d) for:

- Assembly occupancies more than 1000 persons;
- Buildings more than 75 ft. in height for the following occupancy classes:
 - assembly,
 - educational,
 - residential,
 - detention and correctional,
 - business, and
 - mercantile

must be installed either in spaces fully protected by approved automatic fire suppression systems (sprinklers, carbon dioxide systems, etc) or in spaces with a 1-hour fire rating.

Requirements apply to storage batteries, generator sets, uninterruptible power supplies and separate service. Does not apply to unit equipment.

Section 700-12. General Requirements for Sources of Power.

A new fourth paragraph has been added to Section 700-12 to require that emergency sources of power, as described in Sections 700-12(a) through (d), where located within assembly occupancies greater than 1,000 persons or in buildings above 75 feet in height in any of the following occupancy classes: assembly, educational, residential, detention and correctional, business and mercantile, be installed either in spaces fully protected by approved automatic fire suppression systems (sprinklers, carbon dioxide systems, etc.), or in spaces with a 1-hour fire rating.

This will require a storage battery, generator, uninterruptible power supply or separate service used as the power source for emergency systems to be located in the spaces described in the preceding paragraph.

This requirement parallels the new requirement in Section 700-9(c) and is intended to enhance the performance of emergency systems in large capacity assembly and high-rise buildings.

b) GRUPO GENERADOR.

(1) * DEBE SER DEL TIPO ACEPTADO POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

- * ARRANQUE, TRANSFERENCIA Y OPERACION AUTOMATICA DE TODOS LOS CIRCUITOS.
- * DISPOSITIVO CON AJUSTE DE 15 min MINIMO PARA IMPEDIR LA RETRANSFERENCIA EN CASO DE RESTABLECIMIENTO, POR FALLAS DE CORTO TIEMPO DEL SUMINISTRO NORMAL.

(2) * PARA MOTORES DE COMBUSTION INTERNA, COMBUSTIBLE SUFICIENTE PARA UN LAPSO NO MENOR DE DOS HORAS A PLENA CARGA.

(3) * NO DEPENDER DEL SISTEMA PUBLICO PARA ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE (?) O DEL AGUA MUNICIPAL PARA EL ENFRIAMIENTO DEL SISTEMA. PROVEER MEDIOS PARA TRANSFERIR AUTOMATICAMENTE DE UN SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE A OTRO, CUANDO SE USE DOBLE ALIMENTACION (?)(?).

EXCEPCION. PREVIA ACEPTACION DE LA AUTORIDAD COMPETENTE, SE PUEDE PERMITIR EL USO DE COMBUSTIBLE QUE NO ESTE EN EL SITIO, CUANDO EXISTA UNA BAJA PROBABILIDAD DE FALLA SIMULTANEA DEL COMBUSTIBLE SUMINISTRADO EXTERNAMENTE Y LA FUERZA SUMINISTRADA POR LA COMPAÑIA DE ENERGIA ELECTRICA.

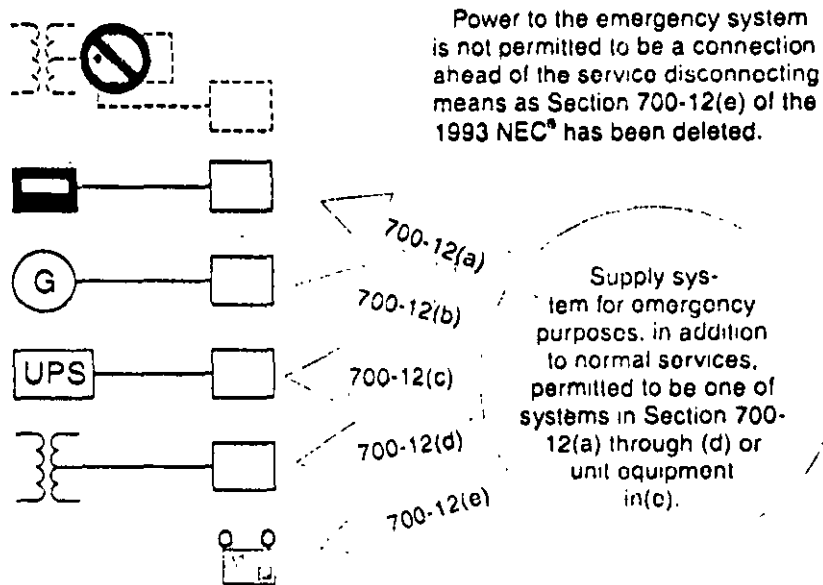
(4) * BATERIA PARA CONTROL, SEÑALAMIENTO Y ARRANQUE DE LA FUERZA MOTRIZ. ADECUADA PARA EL USO Y CARGA AUTOMATICA INDEPENDIENTE DEL GRUPO DE GENERACION.

(5) * EL GRUPO GENERADOR QUE REQUIERA MAS DE 10 seg PARA GENERAR, SE ACEPTA UNA FUENTE AUXILIAR QUE ALIMENTE EL SISTEMA DE EMERGENCIA HASTA QUE EL GENERADOR TOMA LA CARGA.

c) FUENTE DE ALIMENTACION ININTERRUMPIBLE (UPS).

* CUMPLIR CON LA SECCION 700-12 (a) Y (b).

Section 700-12(e)



Section 700-12(e). Connection Ahead of Service Disconnecting Means.

Section 700-12(e) in the 1993 NEC has been deleted. The former Section 700-12(f) has been renumbered Section 700-12(e) in the 1996 NEC.

The previous Section 700-12(e) permitted a connection ahead of, but not within, the main service disconnecting means, where acceptable to the authority having jurisdiction, to serve as the source of power for emergency systems. Section 700-1 provides that this article applies to systems intended to supply power to the required facilities when the normal electrical power is interrupted.

Connection ahead of the normal service does not comply with the scope of Article 700. If the normal supply is lost, power to the emergency system will also be gone. In addition, the Life Safety Code, NFPA-101, and model building codes do not recognize the connection ahead of the service to be a suitable source of power for emergency lighting.

- d) **ACOMETIDA SEPARADA.**
- * SEGUNDA ACOMETIDA ELECTRICA ACEPTADA POR LAS AUTORIDADES COMPETENTES (?).
 - * DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO EN EL ART. 230, CON LA ACOMETIDA AEREA O SUBTERRANEA, SEPARADA ELECTRICAMENTE Y FISICAMENTE DE LA ACOMETIDA NORMAL PARA DISMINUIR LA POSIBILIDAD DE INTERRUPCION SIMULTANEA DEL SUMINISTRO.
- e) **CONEXION ANTES DE LOS MEDIOS DE DESCONEXION A LA ACOMETIDA.**
- * PREVIA ACEPTACION DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES, SE PERMITEN LAS CONEXIONES ANTES, PERO NO DENTRO, DE LOS MEDIOS DE DESCONEXION DE LA ACOMETIDA PRINCIPAL.
 - * LA ACOMETIDA DE EMERGENCIA DEBE ESTAR SUFICIENTEMENTE SEPARADA DE LOS MEDIOS DE DESCONEXION DE LA ACOMETIDA PRINCIPAL NORMAL, PARA EVITAR LA INTERRUPCION SIMULTANEA DEL SUMINISTRO DEBIDA A UNA FALLA DENTRO DEL INMUEBLE.
- f) **EQUIPOS DE LA UNIDAD (UNIT EQUIPMENT).**
- * DEBEN INCLUIR.
 - 1) UNA BATERIA RECARGABLE.
 - 2) MEDIOS DE CARGA DE LA BATERIA.
 - 3) INSTALACION PARA UNA O MAS LAMPARAS MONTADAS EN EL EQUIPO Y / O PODER TENER LAMPARAS REMOTAS.
 - 4) RELEVADOR PARA ENERGIZAR AUTOMATICAMENTE LAS LAMPARAS AL FALLAR EL SUMINISTRO AL EQUIPO UNITARIO.
 - * LAS BATERIAS DEBEN SER DE CARACTERISTICAS Y CAPACIDADES ADECUADAS PARA SUMINISTRAR Y MANTENER A NO MENOS DEL 87.5% DE LA TENSION NOMINAL DE LA BATERIA PARA EL TOTAL DE LAS LAMPARAS ASOCIADAS A LA UNIDAD POR UN PERIODO NO MENOR A 1.5 HORAS O SUMINISTRAR Y MANTENER A NO MENOS DEL 60% DE LA ILUMINACION INICIAL DE EMERGENCIA POR UN PERIODO NO MENOR A 1.5 HORAS.
 - * LAS BATERIAS DEL TIPO ACIDO ALCALINO DEBEN DISEÑARSE Y FABRICARSE PARA SERVICIO DE EMERGENCIA.
 - * INSTALADOS PERMANENTEMENTE EN LUGAR (NO PORTATILES).
 - * ALAMBRADO DE ACUERDO AL CAPITULO 3.

- * SE PUEDE UTILIZAR CORDON FLEXIBLE Y ENCHUFE SI EL CORDON ES MENOR A 1.0 m DE LONGITUD.
- * EL CIRCUITO DERIVADO QUE ALIMENTA AL EQUIPO UNITARIO DEBE SER EL MISMO CIRCUITO QUE ALIMENTE EL ALUMBRADO NORMAL EN EL AREA Y DEBE CONECTARSE ANTES DE CUALQUIER APAGADOR LOCAL.
- * EL CIRCUITO DERIVADO QUE ALIMENTA EL EQUIPO UNITARIO DEBE IDENTIFICARSE CON CLARIDAD EN EL TABLERO DE DISTRIBUCION (NEC).

EXCEPCION. EN AREAS SEPARADAS E ININTERRUMPIDAS, ALIMENTADAS POR UN MINIMO DE 3 CIRCUITOS NORMALES DE ALUMBRADO, SE PERMITE UN CIRCUITO DERIVADO SEPARADO SI SE ORIGINA EN EL MISMO TABLERO DE LOS CIRCUITOS NORMALES DE ALUMBRADO Y SI SE PROVEE CON UN ACCESORIO DE BLOQUEO.

701-11. SIMILAR AL 700-12 CON LAS SIGUIENTES DIFERENCIAS.

- * DISPONIBLE EN UN TIEMPO NO MAYOR A 60 SEGUNDOS.
- * AGREGA : DEBE TOMARSE EN CUENTA LA UBICACION Y/O DISEÑO DE TODO EL EQUIPO CON EL FIN DE MINIMIZAR LOS RIESGOS QUE PUEDE CAUSAR LA FALLA COMPLETA DEL SISTEMA, DEBIDO A INUNDACIONES, INCENDIOS Y VANDALISMO.
- * (c). UPS. CUMPLIR CON LA SECCION 701-11 (a) Y (b).

D. CIRCUITOS DE EMERGENCIA DE ALUMBRADO Y FUERZA.

700-15. CARGAS EN CIRCUITOS DERIVADOS DE EMERGENCIA.

- * LOS CIRCUITOS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA NO DEBEN ALIMENTAR APARATOS NI LAMPARAS QUE NO SEAN ESPECIFICADOS PARA SU UTILIZACION EN SERVICIOS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

700-16. ILUMINACION DE EMERGENCIA.

- * DEBEN INCLUIRSE TODAS LAS SALIDAS Y LUMINARIAS ESPECIFICADAS COMO NECESARIAS PARA OBTENER LA ILUMINACION NECESARIA.
- * LOS SISTEMAS DEBEN DISEÑARSE E INSTALARSE DE MANERA QUE LA FALLA DE UN ELEMENTO, NO DEJE EN TOTAL OSCURIDAD EL AREA QUE REQUIERE ILUMINACION DE EMERGENCIA.
- * CUANDO SE USE ALUMBRADO DE DESCARGA DE ALTA INTENSIDAD, COMO UNICA FUENTE DE ILUMINACION NORMAL, EL SISTEMA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA DEBE FUNCIONAR HASTA QUE LA ILUMINACION NORMAL SE RESTABLESCA.

EXCEPCION. CUANDO MEDIOS ALTERNATIVOS ASEGUREN QUE SE MANTIENE EL NIVEL DE ILUMINACION DE EMERGENCIA.

700-17. CIRCUITOS PARA ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

- * DEBEN RECIBIR ENERGIA DE UNA FUENTE DE EMERGENCIA AL INTERRUMPIRSE EL SUMINISTRO NORMAL POR UNO DE LOS MEDIOS SIGUIENTES :
 1. SUMINISTRO INDEPENDIENTE DEL SISTEMA GENERAL DE ALUMBRADO A MENOS QUE AMBOS SISTEMAS SE USEN PARA ILUMINACION NORMAL.
 2. DOS O MAS SISTEMAS SEPARADOS Y COMPLETOS CON FUENTES DE SUMINISTRO INDEPENDIENTES, DE MANERA QUE CADA SISTEMA PROVEA SUFICIENTE ENERGIA PARA EL ALUMBRADO NORMAL Y SE MANTENGAN ENCENDIDO LOS DOS.

700-18. CIRCUITOS PARA FUERZA DE EMERGENCIA.

- * PARA EQUIPOS CLASIFICADOS COMO DE EMERGENCIA, CON TRANSFERENCIA AUTOMATICA E INMEDIATA CUANDO FALLE EL SUMINISTRO NORMAL.

E. CONTROL. CIRCUITOS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

700-20. REQUISITOS PARA LOS APAGADORES.

- * LOS APAGADORES INSTALADOS EN LOS CIRCUITOS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA SE DEBEN DISPONER DE FORMA QUE SOLO PERSONAS AUTORIZADAS TENGAN CONTROL DEL ALUMBRADO.
- * NO SE DEBEN INSTALAR APAGADORES CONECTADOS EN SERIE NI DE 3 O 4 VIAS.

700-20. UBICACION DE APAGADORES.

- * EN LUGARES ADECUADOS PARA LAS PERSONAS RESPONSABLES DE SU CONTROL.

EXCEPCION. PARA APAGADORES MULTIPLES, SE PERMITE UNO DONDE ESTEN DISPUESTOS DE TAL MANERA QUE PUEDAN SOLAMENTE ENERGIZAR EL CIRCUITO, PERO NO LO PUEDEN DESENERGIZAR.

700-22. LUCES EXTERIORES.

- * PUEDEN SER CONTROLADOS POR UN DISPOSITIVO AUTOMATICO ACTIVADO POR LA LUZ DEL DIA, DEL TIPO CERTIFICADO.

F. PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE.

ACCESIBILIDAD.

700-25. ACCESIBLE SOLO A PERSONAS AUTORIZADAS.

701-15. IGUAL A 700-25.

PROTECCION CONTRA FALLA A TIERRA DEL EQUIPO.

700-26. LA FUENTE ALTERNA DE LOS SISTEMAS DE EMERGENCIA, NO REQUIEREN PROTECCION CONTRA FALLA A TIERRA DEL EQUIPO.

701-17. IGUAL A 700-26.

SISTEMAS CONTRA INCENDIO.

SECCION APLICABLE : 695-3

Ejemplo: Calcular el tamaño mínimo del desconectador y del dispositivo de protección de sobrecorriente de una bomba contra incendio de 100HP, 460V, 3F y una bomba jockey de 1.5HP, 460V, 3F.

- Corriente a rotor bloqueado : De tabla 430-151B

100HP	725A
1.5HP	20A
TOTAL	745A

Desconectador.- Tamaño próximo mayor : 800A

Interruptor .- Tamaño próximo mayor : 750A

- Cálculo de los conductores : De tabla 430-150

Corriente a plena carga : De tabla 430-150

100HP	124A
1.5HP	3A
25% de la IM	31A
TOTAL	158A

De tabla 310-16, el conductor mínimo de cobre con aislamiento THW, 75°C, es de 2/0 ANG.

SECCION APLICABLE : 695-5

Ejemplo .- Para el ejemplo anterior, si la tensión en el primario es de 4.16kV, calcular:

- Capacidad del transformador.
 - Valor máximo y mínimo del dispositivo de protección de sobrecorriente para este transformador.
- De acuerdo a la Sección 695-5(a) :

Corriente a plena carga :

100HP	124A
1.5HP	3A
TOTAL	127A
125% de I	158.75A

$$\begin{aligned} \text{Capacidad del transformador : kVA} &= \sqrt{3}VI/1000 \\ &= \frac{\sqrt{3} \times 480 \times 158.75}{1000} \\ &= 131.98 \end{aligned}$$

Tamaño mínimo del transformador : 150kVA

- Valor máximo de la protección :

- Corriente en el primario : $I = \frac{kVA \times 1000}{\sqrt{3} \times E_p} = \frac{150 \times 1000}{\sqrt{3} \times 4.16} = 20.82A$

- De acuerdo a la Sección 695-5 (b) (2) la protección de sobrecorriente no debe exceder del 600% de la corriente primaria.

Protección máxima = $6.0 \times 20.82 = 124.92A$ ó $125A$.

- Valor mínimo de protección :

- Debe permitir al transformador llevar la corriente a rotor bloqueado de la bomba contra incendio y en su caso la bomba jockey

- Si se tiene la letra de código, por ejemplo "G" para el motor de la bomba :

$$100HP \quad IRB = \frac{HP \times kVA \text{ (rotor bloqueado)} \times 1000}{\sqrt{3} \times V} = \frac{100 \times 6.29 \times 1000}{\sqrt{3} \times 460} = 789.46A$$

- Si se tiene la letra de código, por ejemplo "J" para el motor de la bomba jockey :

$$1.5HP \quad IRB = 1.57 \times 7.99 \times 1000 / \sqrt{3} \times 460 = 15.04A.$$

- | | |
|--------|---------|
| 100HP | 789.46A |
| 1.5 HP | 15.04A |
| TOTAL | 804.50A |

Valor que representa la corriente total a rotor bloqueado en el secundario del transformador.

- Corriente equivalente en el primario.-

$$I_p = 804.50 \times \frac{\text{Tensión Secundaria}}{\text{Tensión Primaria}} = 804.50 \times \frac{480}{4160}$$

$$= 92.83A. \text{ Valor próximo mayor : } 100A$$

Valor que representa la corriente a rotor bloqueado reflejada en el primario. El valor próximo mayor de la protección de sobrecorriente es de 100A.

- No se permite ningún dispositivo de protección de sobrecorriente en el secundario.

Article 695 — Fire Pumps

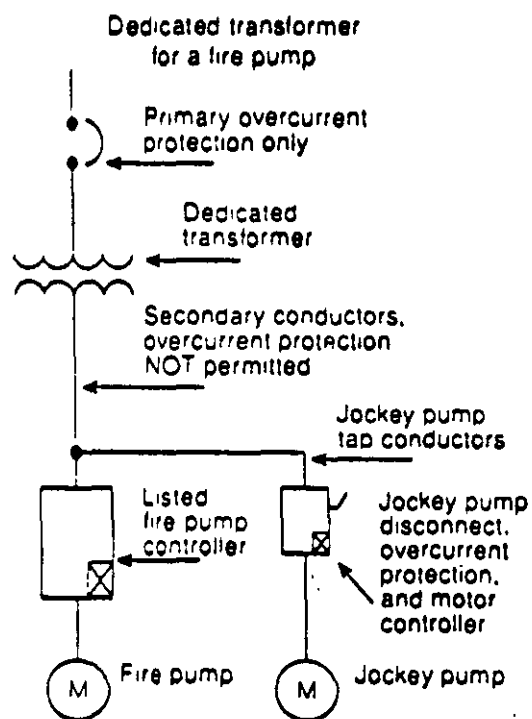


Figure 695-3. The overcurrent device in the primary of a transformer supplying a fire pump installation is required to be sized to carry the locked rotor current motor(s) and associated fire pump accessory equipment indefinitely.

According to ANSASTM E 380-93, *Standard Practice for Use of the International System of Units (SI)*, to convert from circular mils to square meters, multiply circular mils by 5.067075×10^{-10} . Since square millimeters, rather than square meters, is the standard marking for wire size, and because the reciprocal is more appropriate for this conversion, a simpler conversion factor to convert from square millimeters to circular mils is approximately

$$k = 1973.53 \frac{\text{circular mils}}{\text{mm}^2}$$

In order to compare the square millimeter wire gage to traditional wire sizes, the following example is provided:

Example:

What traditional wire size does the size 125 mm² approximately convert to?

Answer:

$$\begin{aligned} \text{Circular mil area} &= \text{wire size in mm}^2 \times \text{conversion factor} \\ &= 125 \text{ mm}^2 \times 1973.53 \frac{\text{circular mils}}{\text{mm}^2} \\ &= 246,691 \text{ circular mils,} \\ &\text{or } 246.691 \text{ kcmil} \end{aligned}$$

Therefore, the 125 mm² wire is larger than No. 4/0 Al but smaller than a 250-kcmil conductor.

If a 125 mm² wire is determined to be the minimum recommended-size conductor, it is important to understand that a size 250 kcmil would be the only Table 8 conductor with equivalent cross-sectional area. Size No. 4/0 is simply not enough metal, so 250 kcmil would be the choice for minimum equivalency.

Table 9. AC Resistance and Reactance for 600 Volt Cables, 3-Phase, 60 Hz, 75°C (167°F) — Three Single Conductors in Conduit

Size AWG/ kcmil	Ohms to Neutral per 1000 feet														
	XL (Reactance) for All Wires		AC Resistance for Uncoated Copper Wires			AC Resistance for Aluminum Wires			Effective Z at 0.85 PF for Uncoated Copper Wires			Effective Z at 0.85 PF for Aluminum Wires			
	PVC, Al. Conducts	Steel Conduit	PVC Conduit	Al. Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Al. Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Al. Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Al. Conduit	Steel Conduit	
14	0.058	0.073	3.1	3.1	3.1	—	—	—	2.7	2.7	2.7	—	—	—	
12	0.054	0.068	2.0	2.0	2.0	3.2	3.2	3.2	1.7	1.7	1.7	2.8	2.8	2.8	
10	0.050	0.063	1.2	1.2	1.2	2.0	2.0	2.0	1.1	1.1	1.1	1.8	1.8	1.8	
8	0.052	0.065	0.78	0.78	0.78	1.3	1.3	1.3	0.69	0.69	0.70	1.1	1.1	1.1	
6	0.051	0.064	0.49	0.49	0.49	0.81	0.81	0.81	0.44	0.45	0.45	0.71	0.72	0.72	
4	0.048	0.060	0.31	0.31	0.31	0.51	0.51	0.51	0.29	0.29	0.30	0.46	0.46	0.46	
3	0.047	0.059	0.25	0.25	0.25	0.40	0.41	0.40	0.23	0.24	0.24	0.37	0.37	0.37	
2	0.045	0.057	0.19	0.20	0.20	0.32	0.32	0.32	0.19	0.19	0.20	0.30	0.30	0.30	
1	0.046	0.057	0.15	0.16	0.16	0.25	0.26	0.25	0.16	0.16	0.16	0.24	0.24	0.25	
1/0	0.044	0.055	0.12	0.13	0.12	0.20	0.21	0.20	0.13	0.13	0.13	0.19	0.20	0.20	
2/0	0.043	0.054	0.10	0.10	0.10	0.16	0.16	0.16	0.11	0.11	0.11	0.16	0.16	0.16	
3/0	0.042	0.052	0.077	0.082	0.079	0.13	0.13	0.13	0.088	0.092	0.094	0.13	0.13	0.14	
4/0	0.041	0.051	0.062	0.067	0.063	0.10	0.11	0.10	0.074	0.078	0.080	0.11	0.11	0.11	
250	0.041	0.052	0.052	0.057	0.054	0.085	0.090	0.086	0.066	0.070	0.073	0.094	0.098	0.10	
300	0.041	0.051	0.044	0.049	0.045	0.071	0.076	0.072	0.059	0.063	0.065	0.082	0.086	0.088	
350	0.040	0.050	0.038	0.043	0.039	0.061	0.066	0.063	0.053	0.058	0.060	0.073	0.077	0.080	
400	0.040	0.049	0.033	0.038	0.035	0.054	0.059	0.055	0.049	0.053	0.056	0.066	0.071	0.073	
500	0.039	0.048	0.027	0.032	0.029	0.043	0.048	0.045	0.043	0.048	0.050	0.057	0.061	0.064	
600	0.039	0.048	0.023	0.028	0.025	0.036	0.041	0.038	0.040	0.044	0.047	0.051	0.055	0.058	
750	0.038	0.048	0.019	0.024	0.021	0.029	0.034	0.031	0.036	0.040	0.043	0.045	0.049	0.052	
1000	0.037	0.046	0.015	0.019	0.018	0.023	0.027	0.025	0.032	0.036	0.040	0.039	0.042	0.046	

Notes:

- These values are based on the following constants: UL-type RHH wires with Class B stranding in cradled configuration. Wire conductivities are 100 percent copper and 61 percent IACS aluminum and aluminum conductor is 45 percent IACS. Capacitive reactance is ignored, since it is negligible at these voltages. These resistance values are valid only at 75°C (167°F) and for the parameters as given but are representative of the data with wire types, configurations, etc. as shown.
 - Effective Z is defined as the impedance of a conductor wire. When a line power factor angle is shown, multiplying current by effective impedance (Z_{eff}) is an approximation for line-to-neutral voltage drop. Effective impedance values shown in this table are valid only at 0.85 power factor.
- For another circuit power factor (PF), effective impedance (Z_{eff}) can be calculated from R and XL values given in this table as follows:
 $Z_{eff} = R \times PF + X_L \sin(\arccos PF)$

(3) Dual-voltage motors that have a different locked-rotor /A per horsepower on the two voltages shall be marked with a code letter for the voltage giving the highest locked-rotor /A per horsepower.

(4) Motors with 60- and 50-hertz ratings shall be marked with a code letter designating the locked-rotor kVA per horsepower on 60 hertz.

(5) Part-winding-start motors shall be marked with a code letter designating the locked-rotor kVA per horsepower that is based upon the locked-rotor current for the full winding of the motor.

430-7(b). Locked-Rotor Indicating Code Letters

Code Letter	Kilovolt-Amperes per Horsepower with Locked Rotor		
A	0	—	3.14
B	3.15	—	3.54
C	3.55	—	3.99
D	4.0	—	4.49
E	4.5	—	4.99
F	5.0	—	5.59
G	5.6	—	6.29
H	6.3	—	7.09
J	7.1	—	7.99
K	8.0	—	8.99
L	9.0	—	9.99
M	10.0	—	11.19
N	11.2	—	12.49
P	12.5	—	13.99
R	14.0	—	15.99
S	16.0	—	17.99
T	18.0	—	19.99
U	20.0	—	22.39
V	22.4	—	and up

Example:

Using Table 430-7(b), find the maximum locked-rotor current for a 20 hp, 460-volt, 3-phase motor with a nameplate kVA code letter "G"?

Solution:

Since the example requests the maximum value and the table lists a range of values, the maximum value for code letter "G" range is 6.29 kVA per horsepower.

Then, using the formula

$$\text{Locked-rotor amperes} = \frac{\text{motor HP} \times \text{maximum code letter value} \times \frac{\text{kVA}}{\text{HP}}}{1000} \times \text{volts} \times 1.73$$

Substituting as follows

$$\text{Locked-rotor amperes} = \frac{20 \times 6.29 \times \frac{\text{kVA}}{\text{HP}}}{1000} \times \frac{1000}{460 \text{ volts} \times 1.73} = 158 \text{ amperes}$$

Therefore, the maximum locked-rotor current for a 20-hp, 460-volt motor with a code letter "G" is 158 amperes.

(c) Torque Motors. Torque motors are rated for operation at standstill and shall be marked in accordance with (a) above.

Exception: Locked-rotor torque shall replace horsepower.

(d) Multimotor and Combination-Load Equipment.

(1) Multimotor and combination-load equipment shall be provided with a visible nameplate marked with the maker's name, the rating in volts, frequency, number of phases, minimum supply circuit conductor ampacity, and the maximum ampere rating of the circuit short-circuit and ground-fault protective device. The conductor ampacity shall be computed in accordance with Section 430-24 and counting all of the motors and other loads that will be operated at the same time. The short-circuit and ground-fault protective device rating shall not exceed the value computed in accordance with Section 430-53. Multimotor equipment for use on two or more circuits shall be marked with the above information for each circuit.

The nameplate marking for the maximum ampere rating of the branch-circuit short-circuit and ground-fault protective device may limit the type of protective device to a fuse by stipulating "fuse" without reference to a circuit breaker. This means that the circuit to the equipment is required to be protected by fuses, such as by a fused disconnect switch. The fused switch may be supplied from a circuit breaker in a panelboard.

(2) Where the equipment is not factory-wired and the individual nameplates of motors and other loads are visible after assembly of the equipment, the individual nameplates shall be permitted to serve as the required marking.

430-8. Marking on Controllers. A controller shall be marked with the maker's name or identification, the voltage, the current or horsepower rating, and such other necessary data to properly indicate the motors for which it is suitable. A controller that includes motor overload protection suitable for group motor application shall be marked with the motor overload protection and the maximum branch-circuit short-circuit and ground-fault protection for such applications.

Combination controllers employing adjustable instantaneous trip circuit breakers shall be clearly marked to indicate the ampere settings of the adjustable trip element.

Where a controller is built-in as an integral part of a motor or of a motor-generator set, individual marking of the controller shall not be required if the necessary data are on the nameplate. For controllers that are an integral part of equipment approved as a unit, the above marking shall be permitted on the equipment nameplate.

Table 430-151A. Conversion Table of Single-Phase Locked Rotor Currents for Selection of Disconnecting Means and Controllers as Determined from Horsepower and Voltages Rating

For use only with Sections 430-110, 440-12, 440-41, and 455-8(c).

Rated HP	Maximum Locked-Rotor Current Amperes Single Phase		
	115 Volts	208 Volts	230 Volts
1/2	58.8	32.5	29.4
3/4	82.8	45.8	41.4
1	96	53	48
1 1/2	120	66	60
2	144	80	72
3	204	113	102
5	336	186	168
7 1/2	480	265	240
10	600	332	300

This table was revised in the 1996 Code. The previous table has been divided into Part A for single-phase motors and Part B for 2- and 3-phase motors. Part B now includes two columns: one for Design B, C, and D motors and a new second column for Design E motors.

Table 430-151B. Conversion Table of Polyphase Design B, C, D, and E Maximum Locked-Rotor Currents for Selection of Disconnecting Means and Controllers as Determined from Horsepower and Voltage Rating and Design Letter

For use only with Sections 430-110, 440-12, 440-41, and 455-8(c).

Rated HP	Maximum Motor Locked-Rotor Current Amperes Two- and Three-Phase Design B, C, D, and E											
	115 Volts		200 Volts		208 Volts		230 Volts		460 Volts		575 Volts	
	B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E
1/2	40	40	23	23	22.1	22.1	20	20	10	10	8	8
3/4	50	50	28.8	28.8	27.6	27.6	25	25	12.5	12.5	10	10
1	60	60	34.5	34.5	33	33	30	30	15	15	12	12
1 1/2	80	80	46	46	44	44	40	40	20	20	16	16
2	100	100	57.5	57.5	55	55	50	50	25	25	20	20
3			73.6	84	71	81	64	73	32	36.5	25.6	29.2
5			105.8	140	102	135	92	122	46	61	36.8	48.1
7 1/2			146	210	140	202	127	183	63.5	91.5	50.8	73.1
10			186.3	259	179	249	162	225	81	113	64.8	90
15			267	388	257	373	232	337	116	169	93	135
20			334	518	321	497	290	449	145	225	116	180
25			420	646	404	621	365	562	183	281	146	225
30			500	775	481	745	435	674	218	337	174	270
40			667	948	641	911	580	824	290	412	232	330
50			834	1185	802	1139	725	1030	363	515	290	412
60			1001	1421	962	1367	870	1236	435	618	348	494
75			1248	1777	1200	1708	1085	1545	543	773	434	618
100			1668	2154	1603	2071	1450	1873	725	937	580	749
125			2087	2692	2007	2589	1815	2341	908	1171	726	936
150			2496	3230	2400	3106	2170	2809	1085	1405	868	1124
200			3335	4307	3207	4141	2900	3745	1450	1873	1160	1498
250									1825	2344	1460	1875
300									2200	2809	1760	2247
350									2550	3277	2040	2622
400									2900	3745	2320	2960
450									3250	4214	2600	3375
500									3625	4682	2900	3745

Table 430-150. Full-Load Current Three-Phase Alternating-Current Motors

The following values of full-load currents are typical for motors running at speeds usual for belted motors and motors with normal torque characteristics.

Motors built for low speeds (1200 RPM or less) or high torques may require more running current, and multispeed motors will have full-load current varying with speed. In these cases the nameplate current rating shall be used.

The voltages listed are rated motor voltages. The currents listed shall be permitted for system voltage ranges of 110 to 120, 220 to 240, 440 to 480, and 550 to 600 volts.

	Induction Type Squirrel-Cage and Wound-Rotor Amperes							Synchronous Type Unity Power Factor* Amperes			
	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts
1/2	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9					
3/4	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3					
1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7					
1 1/2	12.0	6.9	6.6	6.0	3.0	2.4					
2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7					
3		11.0	10.6	9.6	4.8	3.9					
4		17.5	16.7	15.2	7.6	6.1					
5		25.3	24.2	22	11	9					
6		32.2	30.8	28	14	11					
7 1/2		48.3	46.2	42	21	17					
10		62.1	59.4	54	27	22					
15		78.2	74.8	68	34	27		53	26	21	
20		92	88	80	40	32		63	32	26	
25		120	114	104	52	41		83	41	33	
30		150	143	130	65	52		104	52	42	
40		177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
50		221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
60		285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
75		359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
90		414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
100		552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
125					302	242	60				
150					361	289	72				
175					414	336	83				
200					477	382	95				
250					515	412	103				
300					590	472	118				

*For 90 and 80 percent power factor, the above figures shall be multiplied by 1.1 and 1.25, respectively.

This table was revised in the 1996 Code; changes occur in the 1/2 through 1 1/2 hp sizes. These sizes have increased full-load amperes. Full-load amperes for motors above 200 through

500 hp were also added to this table. These changes make the table more accurate and reflect the typical and most-used 4-pole and 2-pole induction motors in use.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS BAJO LA
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM - 001 - SEMP - 1994**

(PARTE 2)

TEMA :

**AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE
ALUMBRADO DE EDIFICIOS**

**ING. ALEX RAMÍREZ RIVERO
PALACIO DE MINERÍA
ABRIL DE 1999**

DETECCION DE PROBLEMAS EN SISTEMAS DE ALUMBRADO

INTRODUCCION.- La tecnología en iluminación fluorescente ha tenido importantes avances en los últimos tiempos y en vista de la creciente demanda energética a nivel mundial, se espera que en los próximos 20 años se produzcan avances aún más significativos. Como se muestra en la figura 1, la eficacia ha aumentado de 52 lm/watt en la década de los 50's a más de 100 lm/watt en 1991. Sin embargo, de acuerdo con los pronósticos, la pendiente de la tendencia al año 2010 es aún mayor, ya que se espera alcanzar en ese año eficacias de 230 lm/watt. Este valor es prácticamente igual al límite teórico derivado de la transformación de energía eléctrica en energía luminosa para la luz blanca.

**EVOLUCION DE LA EFICACIA DE LAS
LAMPARAS FLUORESCENTES**

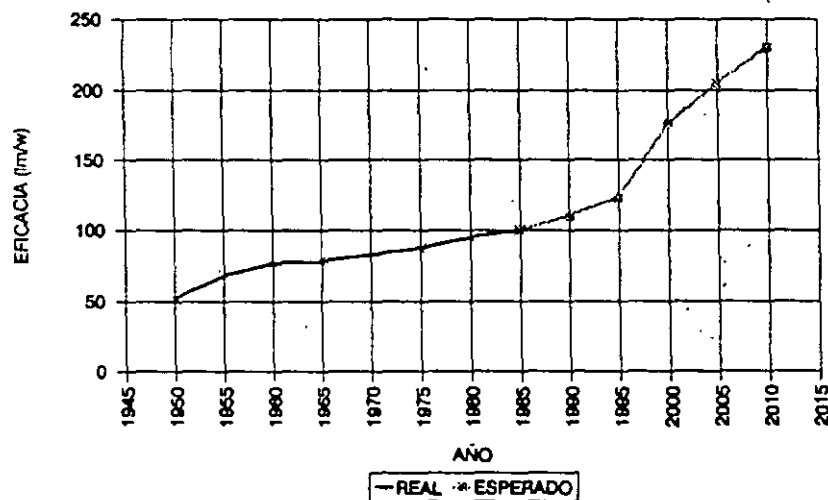


FIGURA 1

A continuación analizaremos los beneficios que se pueden alcanzar en la eficacia de los sistemas fluorescentes completos si se considera la temperatura de operación de los componentes principales del sistema.

LAMPARAS.

Desde el punto de vista de ahorro de energía, la característica más importante de una lámpara fluorescente es precisamente la eficacia, ya que es la relación entre la energía

luminosa producida y la energía eléctrica consumida o bien, cumpliendo con el análisis dimensional, es la potencia luminosa de la lámpara dividida entre la potencia eléctrica demandada por la misma (lm/watt), valor que no debe confundirse con la eficiencia luminosa, dada en por unidad o en porcentaje.

Para alcanzar la máxima eficacia es necesario atacar los factores de los que ésta depende, siendo los más relevantes los siguientes:

- Calidad y espesor del recubrimiento fosfórico.
- Naturaleza y presión de los gases de relleno.
- Diámetro del bulbo.
- Sistema de encendido.
- Frecuencia de operación para condiciones dadas de trabajo.
- Temperatura ambiente y de la pared del bulbo.

De los puntos anteriores seguramente el menos conocido y por lo tanto el menos considerado es el relativo a la temperatura ambiente de operación y a la temperatura en la pared del bulbo. Tanto el flujo luminoso de las lámparas como la eficacia dependen de estas dos temperaturas, como se muestra en las figuras 2 y 3. En la figura 2 se puede observar que la producción de luz depende principalmente de la temperatura ambiente cuando lámparas F40WT10 se encuentran operando al aire libre. La emisión máxima se alcanza cuando el ambiente se encuentra entre 23°C y 27°C, dependiendo de la corriente nominal. Las lámparas que manejan mayor corriente tienen una temperatura de elevación mayor, por lo que operan con máxima eficacia a temperatura ambiente más baja que las lámparas de menor corriente.

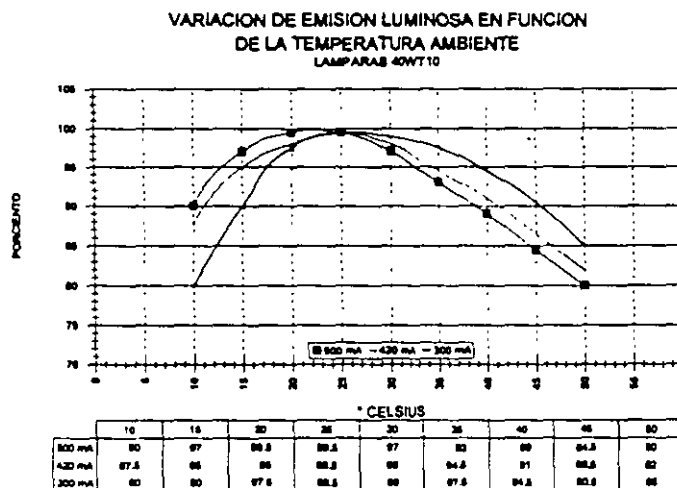


FIGURA 2

En la figura 3 se aprecia la variación de la emisión luminosa y de la eficacia para la lámpara más popular en el sector oficial en nuestro país (la F40T12CW) operando a 60 Hz. Se ve que la emisión es máxima cuando la temperatura en la parte más fría de la pared del bulbo, es de 34°C mientras que la mayor eficacia se alcanza a los 38°C, medida en el mismo punto.

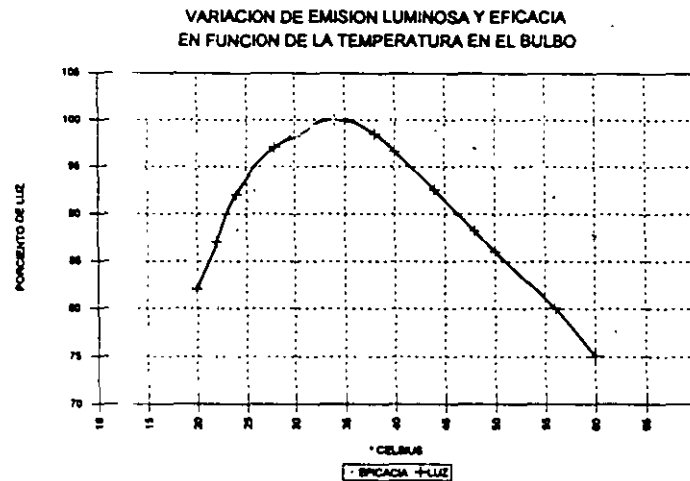


FIGURA 3

Cada tipo de lámpara, de acuerdo con sus propias características tiene curvas particulares. Evidentemente no opera igual una lámpara T8 de 32 watts con corriente de 265 MA que una potente T12 VHO de 215 watts y 1500 mA. Sin embargo y para fines prácticos se puede asumir que para todas las lámparas fluorescentes la temperatura ambiente óptima a 60 Hz es de 25°C, mientras que la mejor temperatura en la pared del bulbo es de 38°C. Sobre estos valores se puede considerar que la reducción de luz general es de 1% cuando la temperatura aumenta o disminuye en 3°F.

BALASTROS.

Los balastos pueden clasificarse en 4 grandes categorías: Electromagnéticos Línea Económica, Electromagnéticos Normales, Electromagnéticos Ahorradores y Electrónicos. De acuerdo con la calidad de los materiales usados en su fabricación y su propia construcción, cada balastro tiene una temperatura típica de operación, según se muestra en la figura 4. Esta temperatura de operación es función de la temperatura ambiente y de la temperatura de elevación. Esta última a su vez depende entre otras cosas de la instalación del balastro, así como de la línea de alimentación. El calor producido por el balastro electromagnético se debe a dos tipos de pérdidas: Las eléctricas y las magnéticas. Las

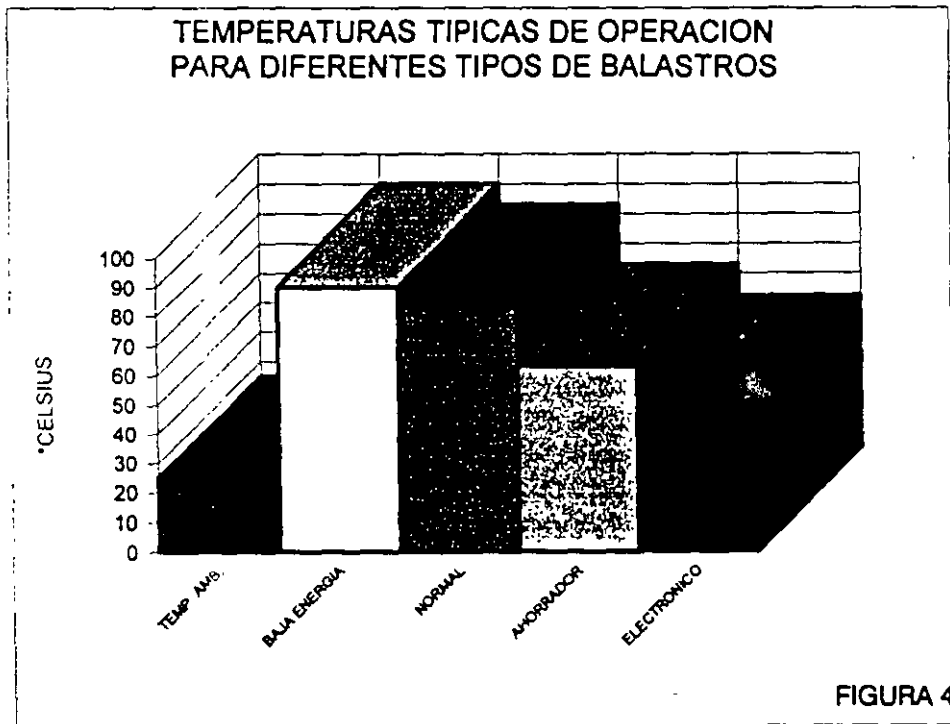
primeras son por efecto Joule en el cobre (o aluminio), o sea igual a RI^2 . I es la corriente nominal por cada devanado y R es la resistencia efectiva, es decir la resistencia óhmica del conductor a temperatura de operación y en C.A. Si se considera como referencia la resistencia medida con Puente de Wheatstone a temperatura ambiente se requiere corregir el valor de R a la temperatura de operación. Esto se puede hacer mediante dos formas sencillas, usando las constantes T ó α para cada material. Para el cobre $T = 234.5^\circ\text{C}$ y $\alpha (20^\circ\text{C}) = 0.00393$ mientras que para el aluminio $T = 236^\circ\text{C}$ y $\alpha (20^\circ\text{C}) = 0.00390$. Estos valores se usan en las ecuaciones siguientes:

$$R(T_{op}) = R(20^\circ\text{C}) \frac{T + T_{op}}{T + 20^\circ\text{C}}$$

O también:

$$R(T_{op}) = R(20^\circ\text{C}) [1 + \alpha (T_{op} - 20^\circ\text{C})]$$

De donde se obtiene el valor de la resistencia del devanado a temperatura de operación. En todos los casos $R (20^\circ\text{C})$ es menor que $R (T_{op})$, lo que implica que las pérdidas varíen en forma directamente proporcional al aumento de resistencia.



Las pérdidas magnéticas a su vez se producen de 2 formas: Por histéresis y por corrientes de Foucault. Estas pérdidas se pueden determinar individualmente. Las primeras dependen de la densidad de flujo máximo, de la frecuencia, de la densidad específica, del volumen de la calidad del material del núcleo. Las segundas son función del tipo de material, de la densidad magnética máxima, de la frecuencia, del espesor de cada laminación y del volumen y densidad del núcleo. La forma práctica de determinar estas pérdidas es usar la información del fabricante. La figura 5 muestra una gráfica mediante la cual se determinan directamente las pérdidas magnéticas para cada material, densidad de campo y frecuencia, dadas en watts por unidad de peso.

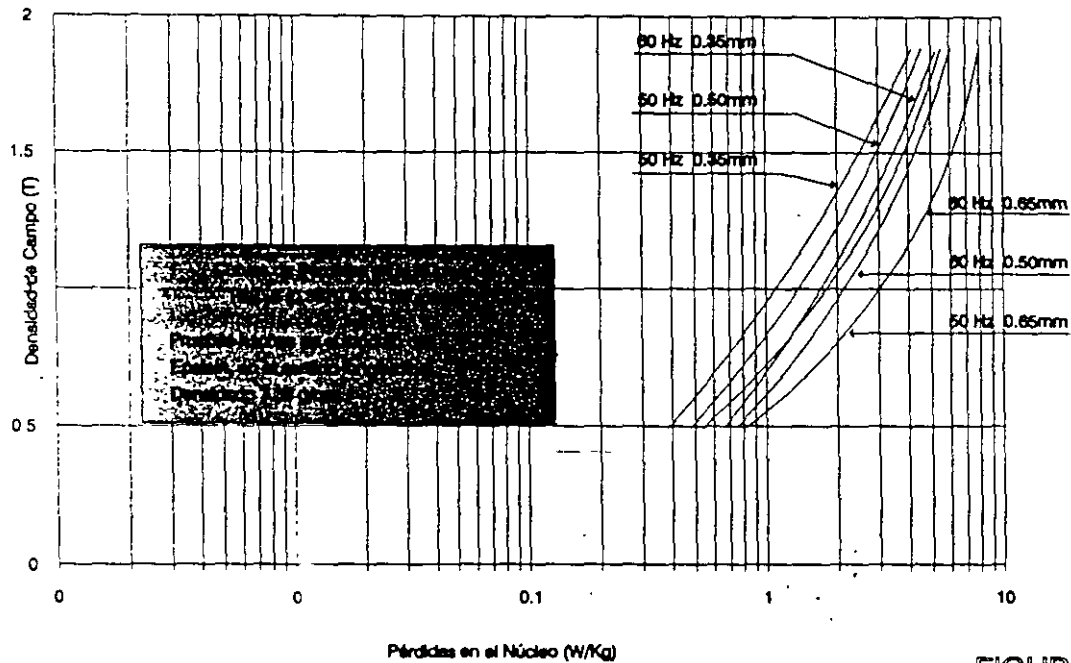


FIGURA 5

A continuación se muestran los resultados de las pruebas de temperatura para balastos de encendido instantáneo y los valores máximos permitidos por norma:

		39 W	75 W	NOM
°C MAXIMA EN CAJA	(N)	73-73	85-90	90
°C BOBINA PRIMARIA	(N)	82-91	100-105	105
°C BOBINA SEC 1	(N)	83-90	103-104	105
°C BOBINA SEC 2	(N)	77-84	92-95	105
°C CAPACITOR	(N)	61-64	67-69	70
°C MAXIMA EN CAJA	(A)	102-104	87-103	—
°C BOBINA PRIMARIA	(A)	131-135	115-131	135
°C BOBINA SEC 1	(A)	106-112	100-112	135
°C BOBINA SEC 2	(A)	126-132	116-135	135
°C CAPACITOR	(A)	78-80	72-78	80

LUMINARIOS

La temperatura en la pared del bulbo de las lámparas está determinada por la temperatura ambiente pero se ve afectada drásticamente por el diseño del luminario. En la tabla siguiente se listan las temperaturas de los bulbos de lámparas F40 así como la temperatura ambiente y la temperatura interior para distintos tipos de luminarios.

TIPO DE LUMINARIO	TEMPERATURA AMBIENTE	TEMPERATURA INTERIOR	TEMPERATURA DEL BULBO
HERMETICO	25	46	61
CERRADO	25	43	57
PARABOLICO	25	38	52

La tabla muestra una temperatura muy alta en el bulbo en el luminario hermético. Sin embargo, se aprecia que aún en el luminario parabólico la temperatura es superior a la óptima. Es interesante hacer notar que la temperatura en el bulbo es diferente para cada tipo de luminario a pesar de que la temperatura ambiente es la misma. Esto demuestra que cada luminario tiene un diseño térmico particular. Además, la temperatura del bulbo variará en un mismo luminario de acuerdo con el montaje (embutido o sobrepuesto a diferentes alturas) y de acuerdo con el lugar de instalación. Un luminario con un buen control térmico puede incorporar dispositivos diversos, como aletas disipadoras, sifón térmico o un sistema Peltier. Este último incorpora una aleta conductora de calor que se pone en contacto con el bulbo, absorbiendo gran cantidad de calor que es removido por un ventilador o por un tiro natural integrado en el propio luminario. Este sistema facilita estabilizar la temperatura del bulbo en 38°C a 25°C ambiente, lo que permite óptimo desempeño de la lámpara. Aún en las condiciones más críticas (como la temperatura ambiente de 40-45°C) la producción de luz es del orden de 90% con respecto a la máxima, en contraste con el 50% que se obtendría con un luminario hermético.

Además, la forma en que se coloque el luminario con respecto al techo también es importante. La distancia a la que el luminario se coloca del techo afecta a la temperatura de operación de todo el conjunto lámpara-balastro. Se puede tener una disminución de hasta 22.5°C si se coloca el luminario a 15 cm del techo, en lugar de colocarlo directamente sobre él. Para el caso de luminarios de tipo empotrar es muy importante el tipo de plafón falso usado, así como el material de construcción en general que rodea al luminario. Independientemente del efecto de la temperatura interior del luminario sobre la lámpara, el balastro aumenta su temperatura 0.8 °C por cada °C de aumento en el luminario. Esta elevación en la temperatura del balastro provoca incremento de resistencia de sus

CARGA TERMICA

La carga térmica en localidades con clima no frío es otro factor muy importante. Para edificios de oficinas en general es común que la carga de alumbrado fluorescente represente el 40% de la carga total. Si se asume que el promedio de pérdidas en balastos fluorescentes fluctúa alrededor del 17% se tiene entonces una carga térmica de alrededor del 6.8% del total de watts demandados por el inmueble. El uso de balastos de línea económica instalados en luminarios mal diseñados y/o mal instalados puede aumentar notablemente este porcentaje. Cada KW disipado en forma de calor por los luminarios requiere 3,412 BTU de aire acondicionado. Considerando que 1 tonelada de aire acondicionado es igual a 12 mil BTU, se requiere entonces aproximadamente 1 tonelada de aire acondicionado para cada 3.5 KW disipados por el sistema de iluminación.

RECOMENDACIONES

En respuesta a los problemas que se han planteado, es útil seguir las siguientes recomendaciones.

- Evitar en lo posible el uso de balastos de línea económica. Estos balastos tienen pérdidas en por ciento mayores que los balastos normales y mucho mayores que los ahorradores. Cuentan con conductores de cobre y aluminio y acero magnético de baja permeabilidad que produce altas pérdidas por lo que trabajan a temperaturas muy altas sobre todo en condiciones de una lámpara apagada en circuitos slimline.
- Evitar el uso de balastos ahorradores con lámparas normales y viceversa. Esta combinación causa problemas de encendido, temperaturas anormalmente altas en el balastro y drástica reducción de vida en la lámpara.
- Proveer una conexión efectiva a tierra del luminario. La terminal blanca del balastro debe ir sólidamente conectada al luminario.
- En balastos de encendido instantáneo colocar un panel de balastos en un lugar remoto, bien ventilado y de fácil acceso. Para balastos de encendido rápido no es recomendable la instalación remota a gran distancia ya que la tensión de calentamiento de cátodos es muy pequeña y se ve afectada por la resistencia del conductor. Consultar catálogos de fabricantes para distancias y calibres de conductores recomendados.
- Colocar los balastos sobre una superficie metálica de modo que la base completa quede en contacto directo con el metal. Nunca colocar los balastos uno junto a otro. Se

recomienda que la suma de las superficies de los balastos sea 25% de la superficie del soporte metálico colocando los balastos a intervalos regulares. Se debe evitar también el uso de roldanas de hule o plástico.

- Es también recomendable colocar los balastos en posición vertical con el capacitor hacia abajo (el capacitor es el punto más probable de falla cuando la temperatura aumenta). Colocarlos de modo que formen una línea en batería horizontal, para evitar que se calienten unos a otros.
- Vigilar periódicamente que la tensión se encuentre dentro de los límites aceptables.
- Montar los luminarios permitiendo siempre la mejor refrigeración posible.
- Usar cuando sea factible balastos electrónicos que ostenten el sello CBM (Certified Ballast Manufacturer;) para evitar la compra de balastos de importación de pésima calidad. Los balastos electrónicos son en general técnicamente superiores a los balastos convencionales y están empujando a desarrollarse en México. Su utilización garantiza ahorros de energía.

BIBLIOGRAFÍA

Full Size Fluorescent Lamps
Advanced Lighting Technologies
California Energy Commission
March 1990

Optimización de las Instalaciones Fluorescentes en la Cía. de Luz y Fuerza, S.A.
Ing. Carlos García Romero & Alex G. Ramirez Rivero
Enero 1989

The ABC's of Electronic Ballasts
Advance Transformer Company

Control of Wall Temperature
R. Verderber, F. Rubinstein, M. Siminovitch
Lawrence Berkeley Laboratory

Balastos para Lámparas Fluorescentes
Lumisistemas
México, 1990

Electrical and Illumination Characteristics of Energy-Saving Fluorescent Lighting
as a Function of Potential

Serge Kalinowsky & John Martello

IEEE, March-April, 1989

The Performance of Four Foot Fluorescent Lamps as a Function of Ambient Temperature
on 60 Hz and High Frequency Ballasts

N. Bleeker & W. Veenstra

Philips Lighting Company

AHORRO DE ENERGIA EN ILUMINACION

Los problemas detectados en sistemas de iluminación a lo largo de diagnósticos eléctricos son numerosos, pero pueden resumirse en los siguientes:

1) Transformadores sobredimensionados. Esto provoca que se trabaje con bajo factor de potencia y baja eficiencia. El rango óptimo de carga para transformadores es variable, pero generalmente se encuentra entre 50% y 70% de plena carga. Se han encontrado instalaciones con 2 transformadores idénticos trabajando cada uno en promedio a menos de 25% de su carga nominal.

2) Transformadores permanentemente conectados. En ciertas instalaciones el consumo a determinadas horas cae casi a cero, haciendo que el transformador trabaje prácticamente en vacío. En estas condiciones la eficiencia es cero y el factor de potencia es bajísimo.

3) Tableros con puntos calientes y circuitos compartidos. En algunos tableros la falta de mantenimiento provoca malos aprietes que se convierten en puntos calientes y desperdicio de energía. También es común encontrar que la ampacidad de los cables y la corriente nominal de los interruptores no concuerda, provocando altas temperaturas generadoras de mayores pérdidas y reducción de vida de aislamientos. Otro problema es encontrar circuitos compartidos para sistemas de fuerza y alumbrado. Esto dificulta ó imposibilita incluso el control y el monitoreo de parámetros relevantes para auditoría y control de energía.

4) Sistema de tierras defectuoso. Un sistema de tierras defectuoso acarrea muchos problemas, incluyendo los de seguridad y eficiencia. Interfiere en el funcionamiento correcto del equipo de protección, en el encendido confiable de lámparas fluorescentes, en los equipos de cómputo y en los dispositivos de estado sólido en general (como balastos electrónicos y sensores de presencia, por ejemplo).

5) Factor de Potencia. Aunque los sistemas de iluminación generalmente no producen bajo f.p., la instalación en conjunto sí puede padecerlo. La corrección de f.p. es una de las inversiones más rentables. Sin embargo es común encontrar edificios que llevan meses pagando multas por bajo factor porque no existe monitoreo por parte del personal de mantenimiento ó por la falta de comunicación entre el departamento de contabilidad y el de mantenimiento.

6) Seccionamiento deficiente de circuitos. Es común encontrar áreas muy grandes con un número muy reducido de circuitos. Esto provoca una falta de control sobre la iluminación de áreas específicas, con el consiguiente desperdicio de energía.

7) Regulación de tensión. Las fluctuaciones de tensión tienen siempre un efecto negativo en las cargas de cualquier tipo. Legalmente, en México la regulación puede variar $\pm 10\%$ con respecto a la nominal; pero no es extraño encontrar variaciones de 12% y hasta 15% en algunos casos. En lámparas incandescentes, un aumento de 10% en la tensión provocará incremento de 21% en el consumo y 70% de reducción de vida. Para sistemas de H.I.D. el efecto no es tan drástico, pero no deja de ser importante. En sistemas fluorescentes la misma variación representa en promedio 12% de incremento en la potencia de línea y para H.I.D. se tiene un porcentaje que depende del circuito del balastro, pero fluctúa entre 5% y 18%.

Los balastos también se ven afectados por el aumento de tensión. Para balastos fluorescentes, por cada volt la temperatura en la caja del balastro aumenta 0.8 °C y con cada °C las pérdidas crecen 0.5%, es decir cada volt hace que las pérdidas aumenten aproximadamente 0.4%. El factor de potencia también se ve afectado: 10% de incremento causa que un balastro con alto factor de potencia (90%-100%) caiga a menos del 90% establecido por norma, con los consiguientes perjuicios en todo el circuito.

8) Balastos de Baja Eficiencia. Por una errónea política de compra por parte de contratistas y usuarios basada exclusivamente en el precio, el mercado nacional se encuentra inundado por balastos fluorescentes de altas pérdidas, mal llamados de baja energía. Estos balastos representan 80% del mercado nacional y tienen un Factor de Eficacia de Balastro (BEF) 12% menor que los balastos normales, 27% menor que los electromagnéticos ahorradores y 42% menor que los electrónicos, además de que no cumplen con el Factor de Balastro (BF). Aún en condiciones óptimas trabajan a las temperaturas máximas permitidas por norma, con la consiguiente disminución de vida y eficiencia. Pueden representar además un peligro para usuarios e instalaciones porque no cuentan con termoprotector integrado.

9) Incompatibilidad de equipos. El uso de lámparas ahorradoras con balastos normales provoca sobrecalentamiento en el balastro y reducción de vida de la lámpara. El uso de balastos de altas pérdidas ó línea económica con lámparas ahorradoras causa además una fuerte incertidumbre en el arranque. La adición de dispositivos que se intercalan en el circuito del balastro económico para limitar la corriente en la lámpara ahorradora es la peor combinación posible.

10) Balastos Ociosos. Cuando el mantenimiento es pobre, las lámparas quemadas no son sustituidas en corto tiempo. No hay entonces producción de luz pero sí consumo de energía. El balastro permanece conectado a la red tomando su potencia nominal de circuito abierto (W_0). De acuerdo con el tipo y potencia del balastro W_0 puede tomar entre 6 y 12 watts.

11) Sistemas fluorescentes encendido instantáneo (Slimline): Los sistemas fluorescentes de encendido instantáneo (slimline ó EI) presentan claras desventajas si se les compara con los de encendido rápido (bipin ó ER). Comparándolos sobre la misma base, los balastos EI son 25% más caros, 37% más pesados, 65% más voluminosos y 23% menos eficientes. La lámpara de EI vive 55% menos y su eficacia es hasta 15% menor que la de ER. Por otro lado EI no puede ser controlado por equipos de control de potencia (balastos electrónicos dimmeables) y además producen más ruido que los otros tipos. A pesar de esto, EI se ha preferido en parte porque las bases para lámparas de ER nacionales son, salvo algunas excepciones, de mala calidad. Esto produce incertidumbre en el arranque y reducción de vida de la lámpara.

12) Acabado de las lámparas fluorescentes. La eficacia de las lámparas depende entre otras cosas, del color. Desde el punto de vista energético se deben preferir los acabados de mayor eficacia pero siempre se deben respetar las recomendaciones que relacionan la tarea visual con la iluminancia y la temperatura de color.

13) Mezcla de lámparas con diferente temperatura de color. A causa de los problemas de disponibilidad en el mercado, de stock y a veces de falta de cuidado por parte del personal de mantenimiento, es común encontrar áreas con lámparas fluorescentes de dos y hasta tres temperaturas de color diferentes. Además del aspecto estético, la estimación de las reflectancias para proyecto ó auditoría se complica ya que ésta depende del color y acabado de la superficie, pero también de la temperatura de color de la fuente utilizada.

14) Uso y abuso de lámparas incandescentes. Aunque generalmente no representa el mayor porcentaje de carga, es común encontrar corredores, salas de espera y áreas comunes de oficinas con altos valores de iluminancia a base de lámparas incandescentes A19 ó tipo PAR convencionales. Estas lámparas pueden ser sustituidas por compacto-fluorescentes para iluminación general a baja altura de montaje ó por lámparas de H.I.D. de baja potencia para alturas medias y por lámparas incandescentes de bajo voltaje para iluminación de acento, lo que permite grandes ahorros de energía y fuerte disminución de carga térmica. Cada 3.5 KW de luminario evitado, reduce una tonelada de a/c.

15) Luminarios ineficientes. Debido a la obsolescencia de algunas normas nacionales y a la falta de observancia de las normas vigentes, existe una enorme diversidad de luminarios

para lámparas fluorescentes que no cumplen con los requisitos mínimos de calidad. Los principales problemas detectados son: mal ensamblaje, pintura de mala calidad (baja reflectancia, reducido espesor y mala adherencia), dimensiones irregulares, difusores de material rápidamente degradable por la radiación ultravioleta (UV), lámina de menor calibre al requerido, diseño óptico ineficiente e información fotométrica casi siempre inexistente. El espesor de la lámina es determinante para que la rigidez del luminario evite amplificar el ruido producido por el balastro y para que se asegure un buen contacto entre los portalámparas y las bases. Si no existe información fotométrica completa y confiable, es imposible garantizar el nivel de iluminancia, las relaciones de uniformidad, el índice de probabilidad de confort visual (IPCV), el factor de eficacia de luminario (FEF) y mucho menos la eficiencia.

16) Instalación defectuosa de luminarios. La instalación defectuosa contribuye a producir ruido, incertidumbre en el arranque y calentamiento anormal de lámparas y balastos. Luminarios mal instalados tienden a amplificar el ruido producido normalmente por el balastro. La falta de aterrizamiento interfiere en el encendido de las lámparas de encendido rápido. Un luminario con diseño térmico defectuoso ó con montaje que no permita un buen enfriamiento, provoca que el balastro trabaje a temperatura mayor con el aumento de pérdidas ya comentado, haciendo que las lámparas reduzcan su eficacia al rebasar su punto de óptima temperatura de trabajo.

17) Mantenimiento. La falta de un buen mantenimiento es común en edificios. Un sistema de iluminación que no recibe mantenimiento adecuado, puede reducir su eficiencia hasta en un 40%. Se debe efectuar revisión eléctrica y limpieza periódica a todos los componentes, especialmente al reflector, al controlente y a la lámpara. Se deben detectar las lámparas en falla sobre todo en circuitos de EI, ya que la operación de un balastro para dos lámparas con sólo una de ellas produce un sobrecalentamiento excesivo en la bobina tickler (secundario auxiliar), afectando notablemente la vida y las pérdidas.

18) Niveles de iluminancia. La Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) ha establecido las iluminancias recomendables de acuerdo con la tarea visual a realizar y la edad de los ocupantes, actualizándolas constantemente. Por su parte, la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación (SMII) adecuó esos niveles a las condiciones en nuestro país hace unas tres décadas, pero no se han tenido revisiones recientes. Es común encontrar áreas sobreiluminadas para ciertas aplicaciones (como unidades con VDT's), aunque lo más frecuente es encontrar niveles bajos en escuelas y oficinas.

19) Bajo aprovechamiento de luz natural. A pesar de que en muchas instalaciones como edificios y comercios la aportación de luz natural es excelente, la falta de controles manuales o automáticos evita un óptimo aprovechamiento de este recurso. Mediante el

control se pueden apagar durante ciertas horas del día las lámparas que estén colocadas cerca de las ventanas o bajo domos o láminas translúcidas.

20) Densidades de Carga. La normalización internacional -sobre todo la de países avanzados como EE.UU.- ha desarrollado normas en el sentido de limitar la carga instalada por unidad de cada área tipo por concepto de iluminación. Esta densidad está íntimamente ligada con la iluminancia, de modo que sólo es posible cumplir con ambas haciendo un buen uso de la energía eléctrica. Por ejemplo, la densidad actual para áreas generales de oficinas es de 1.5 w/pie² ó 16.14 w/m². En los edificios estudiados, la densidad está algunas veces excedida a pesar de que los niveles son inferiores a los recomendados. La nueva norma sobre eficiencia energética en edificios no residenciales de CONAE esta ya en vigencia a partir de 1995 y establece que la densidad en oficinas es de 16 w/m².

IV.- ALTERNATIVAS PARA AHORRO DE ENERGIA EN ILUMINACION.

Con el explosivo avance tecnológico en los equipos de iluminación y la ya inminente entrada del Tratado de Libre Comercio, actualmente se dispone de una cantidad tal de productos, marcas y precios que es fácil ahogarse en un mar de alternativas.

En general, puede decirse que todas las alternativas caben en dos grandes categorías: una a través del **HARD WARE** y otra mediante el **SOFTWARE**. El hardware lo constituyen los equipos en sí y el software se refiere a la filosofía de operación de dichos equipos.

La selección del equipo requiere necesariamente de la consideración de criterios tanto energéticos como lumínicos, siendo los segundos generalmente los más ignorados. A continuación comentaremos los pros y contras de las principales alternativas para ahorro de energía en cuanto a equipo:

1.- LAMPARAS INCANDESCENTES ELIPSOIDALES.

Descripción general. Están diseñadas de modo que su punto focal coincida con el ángulo de apertura del luminario, reduciendo las pérdidas típicas por absorción de luz.

Características físicas. Tienen una eficacia nominal similar a las tipo A ó R pero la eficacia del sistema se incrementa ya que aumenta la salida neta de luz del luminario.

Aplicación. Se usan típicamente en restaurantes, corredores y en general en todos los lugares en donde se tengan instaladas lámparas convencionales.

Ahorro de energía típico. Se recomienda que las lámparas ER sean de la mitad de la potencia de las lámparas A ó R comunes, aunque en algunos casos la reducción puede hacerse hasta a una tercera parte.

Costo. Cuestan entre 20% y 40% más que las tipo R sobre la misma base de potencia, pero al hacer la sustitución a potencia reducida los ahorros en inversión son evidentes.

Vida útil. Tienen una vida promedio de 2000 horas bajo condiciones normales de operación.

Beneficios al usuario. Si el luminario no está diseñado para una lámpara en especial, la reducción de luz es imperceptible, pero el ahorro es considerable.

Disponibilidad. Aunque son lámparas relativamente nuevas, su disponibilidad en el mercado nacional es cada vez mayor.

Recomendaciones. Hacer un siempre un análisis con criterios luminotécnicos antes de hacer el reemplazo, evitando la sustitución indiscriminada.

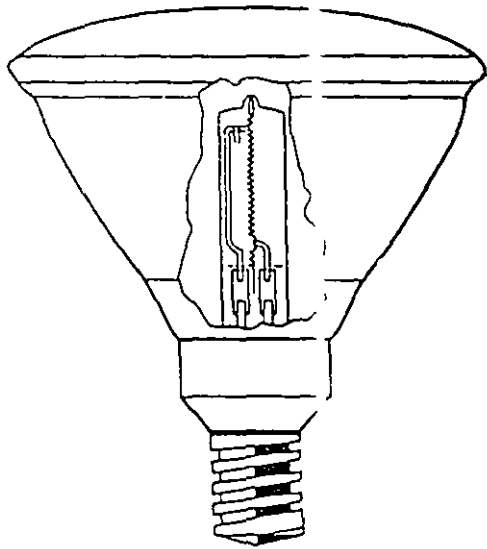
2.- LAMPARAS INCANDESCENTES CON RECUBRIMIENTO MEJORADO.

Descripción general. Es una lámpara incandescente de tamaño y forma similar a la convencional con recubrimiento mejorado que permite aumentar la eficacia.

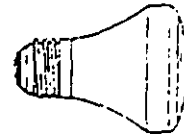
Características físicas. La superficie interior del bulbo está recubierta con un material que bloquea el paso de la radiación infrarroja, evitando pérdida excesiva de energía por radiación de calor al medio.

Aplicación. Reemplaza a lámparas tipo A19 de emisión lumínica igual ó menor a 1500 lúmenes, aunque se tienen prototipos para potencias mayores (hasta 900 watts).

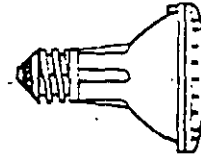
Ahorro de energía típico. Tienen una eficacia de hasta 29 l/w, contra una eficacia de 15 a 17 l/w de lámparas normales equivalentes.



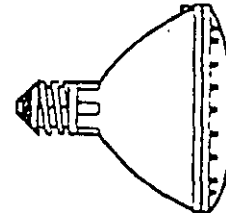
PAR 16



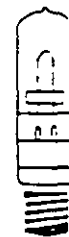
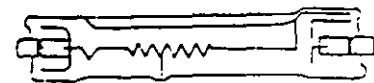
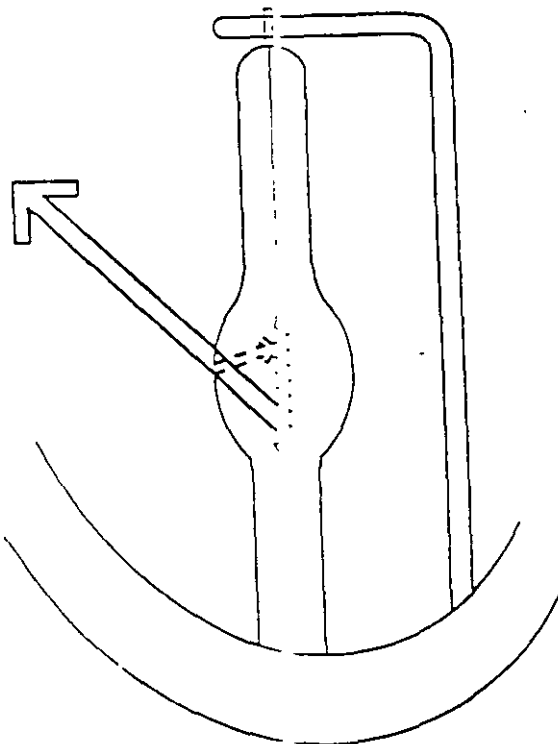
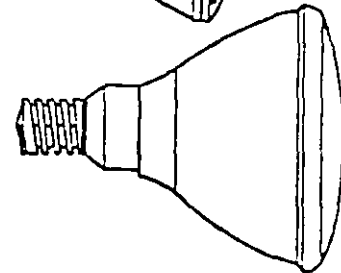
PAR 20



PAR 30



PAR 38



a) Versiones más comunes de Lámparas de Tungsteno-Halógeno

Costo. Su precio es entre 4 y 5 veces mayor que la A19.

Vida útil. Tiene 2,000 horas de vida contra 750 horas de la A19 bajo las mismas condiciones de operación.

Beneficios al usuario. Su temperatura de color, apariencia y rendimiento de color es tan bueno como el de las convencionales.

Disponibilidad. Por ser de muy reciente desarrollo, no se encuentran todavía en el mercado nacional pero con la virtual apertura comercial se espera que estén disponibles muy pronto.

3.- LAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS.

Descripción general. Hay una gran variedad de tipos, pero las más comunes son las PL o Dulux de dos y cuatro tubos, las SL y las circulares. Pueden encontrarse con balastro integrado ó separado y adaptador para socket tipo Edison.

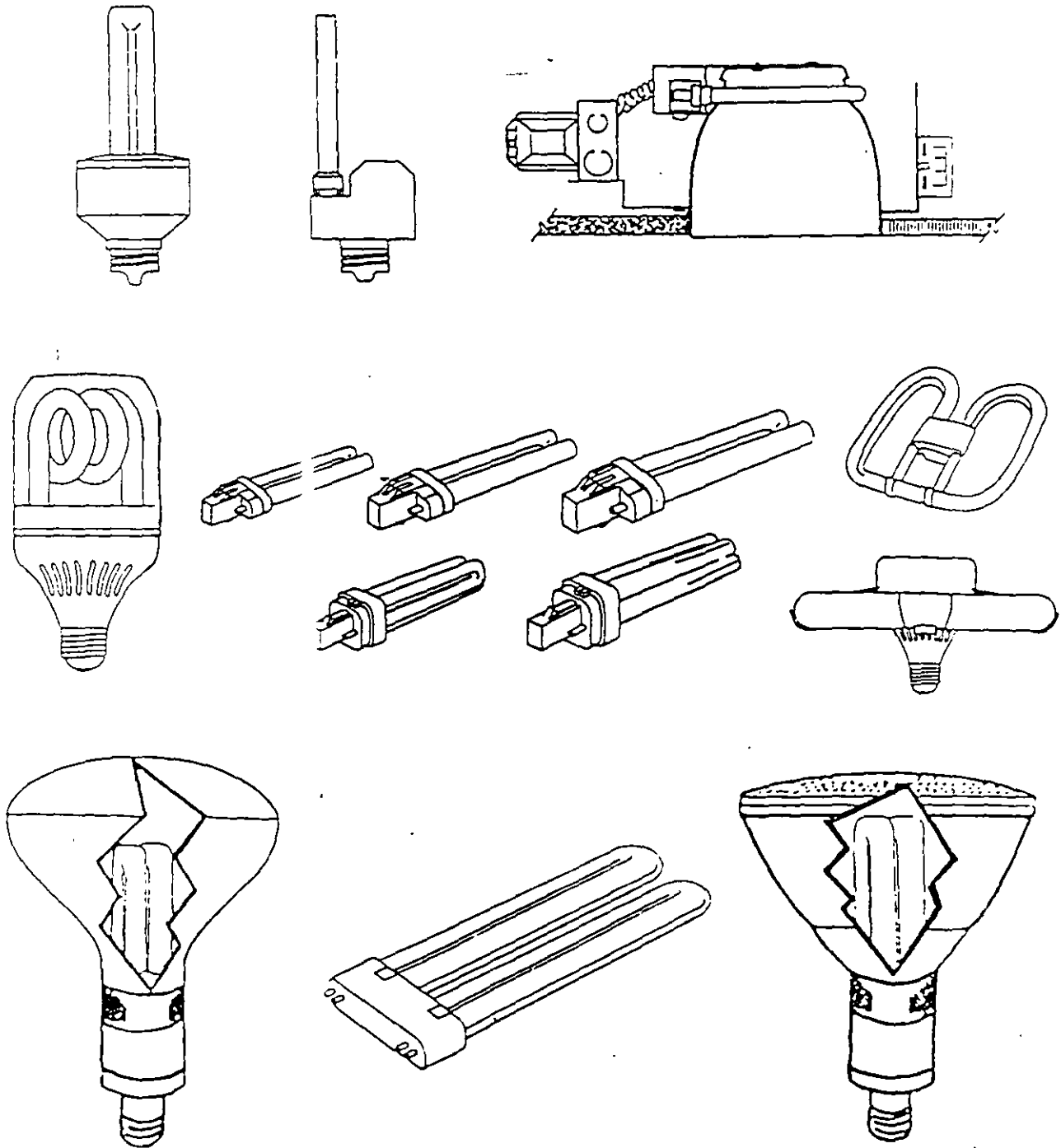
Características físicas. Las circulares generalmente tienen balastro electromagnético independiente, mientras que las SL tienen balastro electrónico integrado. Las PL normalmente tienen el arrancador integrado en la misma lámpara y son de balastro intercambiable, aunque ya las hay en forma de espiral y autobalastadas.

Aplicación. Pueden usarse en instalaciones nuevas ó existentes. Actualmente pueden reemplazar a casi todos los tipos de lámparas A19 y van desde 5 hasta 55 watts, siendo 9 y 13 watts las potencias más comunes.

Ahorro de energía típico. Incluyendo el balastro, las circulares tienen eficacias entre 35 y 40 l/w, las L y SL fluctúan entre 40 y 80 l/w.

Costo. La SL 18 tiene un precio de unos N\$150.00, las circulares cuestan entre N\$35.00 y N\$80.00 y las PL o DULUX varían entre N\$40.00 y N\$80.00, incluyendo el balastro.

Vida útil. Entre 7,500 y hasta 20,000 horas para las C, L y SL, de 7,500 a 12,000 las circulares, y 50,000 horas para los balastros.



a) Versiones más comunes de Lámparas Compacto-Fluorescente

Beneficios para el usuario. El uso de estas lámparas permite reducir el consumo, la demanda máxima y la carga térmica, además de muchos beneficios adicionales como mano de obra para reemplazo, menor costo de cableado, etc.

Disponibilidad. Ya se encuentran en el mercado nacional prácticamente todos los tipos existentes, de diferentes marcas y precios.

Recomendaciones. La sustitución de lámparas incandescentes por compacto-fluorescentes es una excelente alternativa, pero debe aclararse que originalmente fueron creadas específicamente para sustituir a incandescentes. Con los nuevos desarrollos, las lámparas de mayor potencia y luminarios con reflectores especiales pueden usarse en aplicaciones típicas de lámparas fluorescentes convencionales. Sin embargo debe tenerse cuidado en aplicaciones donde se requiera un alto CRI, ya que hasta el momento no alcanzan los magníficos CRI de las incandescentes, necesarios para algunas aplicaciones comerciales. En caso de aplicación masiva deberá monitorearse también el factor de potencia y el contenido total de armónicas.

4.- LAMPARAS FLUORESCENTES AHORRADORAS.

Descripción general. Fueron desarrolladas para sustituir a las fluorescentes normales, pero operando con 10-10% menos de consumo a cambio de 5-10% de reducción de luz.

Características físicas. Están rellenas de mejores gases, recubrimientos fosfóricos especiales, algunos tipos incorporan una guarda para disminuir la depreciación de lúmenes y una fina banda conductora interna para arrancar con menor OCV.

Aplicación. Pueden usarse en prácticamente todos los casos en que se encuentren instaladas lámparas convencionales, ya que se fabrican de las mismas dimensiones y formas, aunque deben observarse las recomendaciones que se mencionan posteriormente.

Ahorro de energía típico. Depende de los colores y potencias, pero el aumento de eficacia es de 7% en promedio. Las lámparas más eficaces hasta el momento están cerca de los 100 l/w, como la FO32T8/(7-8)(30-35-41) ER de 1.22 m de largo y la FO96T8/(7-8)(30-35-41) EI de 2.44 m de largo.

Costo. Aunque originalmente aparecieron en el mercado con un alto costo, actualmente (después de la devaluación) cuestan entre 50 y 110% más que las lámparas normales equivalentes.

Vida útil. Bajo condiciones estándar de operación tienen una vida útil de 20,000 horas, en comparación con las 12,000 horas de las lámparas de encendido rápido normales. Existen en el mercado lámparas que alcanzan ya hasta 26,000 horas, cuando son operadas bajo períodos de encendido - apagado normalizados.

Beneficios para el usuario. Cuando se operan con balastos adecuados, se obtiene una reducción promedio en el consumo de 24% contra 10% de reducción de emisión lumínica.

Disponibilidad. Actualmente se encuentran en el mercado lámparas VHO de 190w que sustituyen a VHO de 215w, 95w HO para sustituir 110w HO, 34w T12 ER y 32w T8 ER para reemplazar a 40v T12 ER, 30-32w T12 EI para sustituir a 39w T12 EI. Su disponibilidad no es todavía la máxima porque la población no representa actualmente más que el 0.5% del mercado en México.

Recomendaciones. Las lámparas ahorradoras siempre deben acoplarse a balastos compatibles con ellas. Debe evitarse su uso con balastos del tipo baja energía o incluso normales y con dispositivos que se intercalan para lastrar la corriente del circuito. Por sus características de construcción, deben operarse a temperaturas mínimas de 15 °C. Su operación óptima se obtiene con balastos electromagnéticos de alta eficiencia o electrónicos con operación a alta frecuencia.

5.- BALASTROS ELECTROMAGNETICOS DE ALTA EFICIENCIA.

Descripción general. Son balastos fabricados con alta tecnología y mejores materiales para reducir las pérdidas. Operan a las lámparas a potencia adecuada sin reducir su vida útil. Trabajan a temperaturas internas muy bajas con lo que aumentan su propia vida.

Características físicas. Tienen apariencia similar a los normales y se conectan igual a ellos, pero generalmente incluyen un termoprotector para evitar sobrecalentamientos internos.

Aplicación. Tienen un desempeño que cae entre los normales y los electrónicos. Se encuentran disponibles en potencias que corresponden a las lámparas existentes y su aplicación es muy recomendable.

Ahorro de energía típico. Ahorran directamente 10% en promedio con respecto a los normales, además de que reducen la carga térmica.

Costo. Es variable de acuerdo con el fabricante y la cantidad pero cuestan aproximadamente 40% más que los normales.

Vida útil. Por trabajar a temperaturas menores que los normales, viven más que ellos. La garantía de los fabricantes es de unos 4 años, pero pueden vivir de 10 a 12. Para cálculos prácticos se acostumbra considerar una vida útil de 50,000 horas.

Disponibilidad. Se encuentran disponibles en el mercado, aunque no ampliamente. Esto se debe a que la demanda ha sido muy limitada y actualmente no representan más que el 1.32% del mercado total nacional en 1994.

Beneficios para el usuario. El ahorro de energía es atractivo, con Factor de Balastro (FB) similar a los normales y Factor de Eficacia de Balastro superior. Al reducir la carga térmica se ahorra también en el equipo de acondicionamiento ambiental. Como son balastros termoprotectidos no desalojan compuesto asfáltico ni humos.

Recomendaciones. Deben acoplarse a lámparas compatibles con ellos y se debe tener cuidado de la procedencia ya que han llegado al mercado productos de origen oriental que no cumplen con los requisitos mínimos de calidad ni seguridad. Es recomendable comprobar que ostenten el sello CBM y UL.

6.- BALASTROS ELECTRONICOS.

Descripción. Son balastros de estado sólido que pueden ser discretos ó integrados y trabajan con alta frecuencia y bajas pérdidas (4 a 6 watts promedio) mejorando además la eficacia de la lámpara.

Características físicas. Se pueden instalar directamente en lugar de los electromagnéticos porque son de las mismas dimensiones, aunque su peso es mucho menor. Como trabajan a alta frecuencia evitan el efecto estroboscópico y el flicker. Los hay de potencia de lámpara constante y de potencia variable (dimmeables).

Aplicación. En todas las aplicaciones de los balastros normales, excepto en lugares con temperaturas o vibración excesivas.

Ahorro de energía típico. En combinación con lámparas ahorradoras pueden permitir ahorros de hasta 35% si se les compara con los balastos y lámparas normales, pero el ahorro depende de una serie de variables que deben siempre ser consideradas.

Costo. El costo depende del tipo de balastro y la marca. Se fabrican ya en México en las potencias más comerciales con precios entre 2 y 3 veces mayores que los normales. Algunos modelos importados cuestan entre 4 y 5 veces más que los convencionales.

Vida útil. Aunque es uno de los parámetros más difíciles de evaluar se estima una vida de 20 años, pero esto depende del fabricante y de las condiciones de operación. Para fines prácticos generalmente se consideran 50,000 horas.

Beneficios para el usuario. Como trabajan con máximo Factor de Eficacia de Balastro (BEF), a alta frecuencia con factor de cresta idóneo, excelente regulación, mínimo nivel de ruido, termoprotector integrado, pérdidas reducidas y otras cualidades, presentan una serie de beneficios técnicamente insuperables para el usuario, a un costo alto que en las condiciones actuales tendrá que evaluarse para decidir su aplicación.

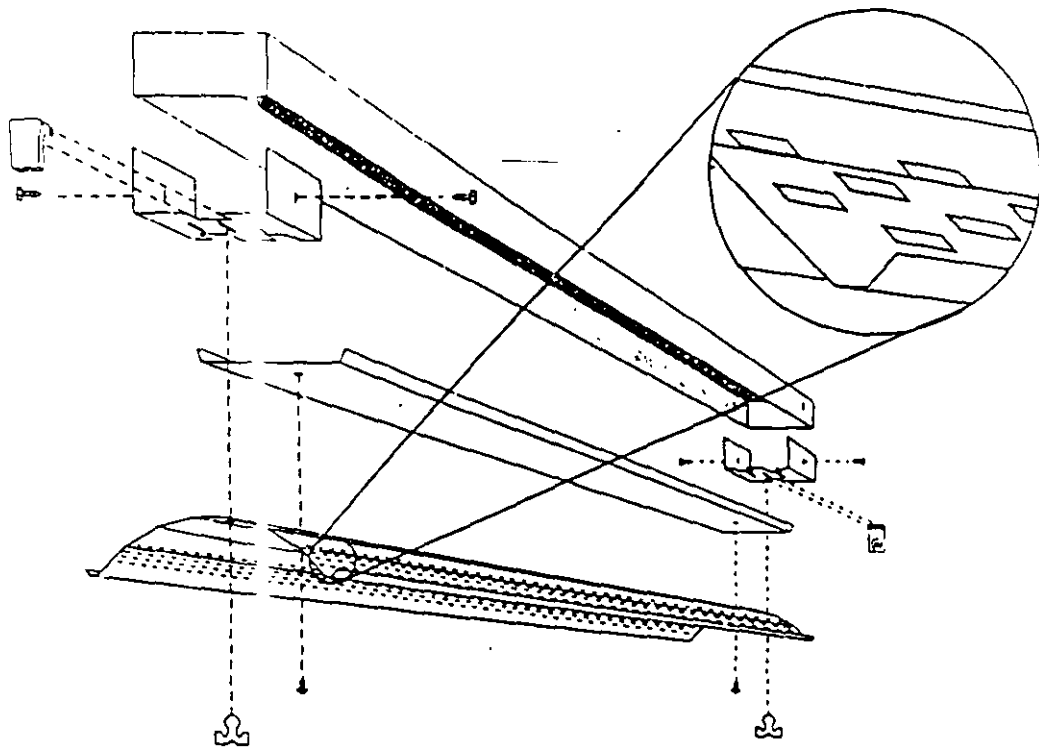
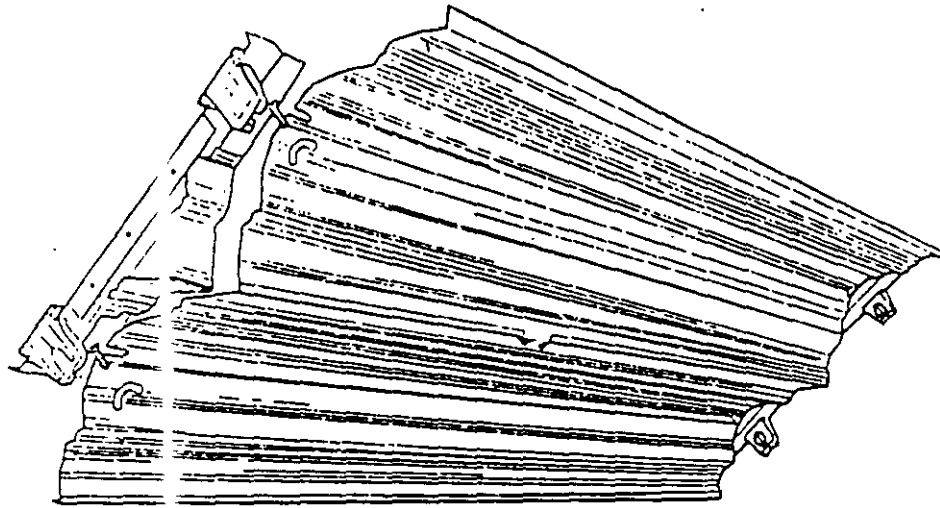
Disponibilidad. Fabricantes nacionales producen actualmente balastos electrónicos del tipo discreto, pero pueden conseguirse algunas marcas importadas de balastos tipo integrado con posibilidad de controlar la potencia de lámpara.

Recomendaciones. Deben instalarse en lugares con ventilación aceptable y poca vibración, que dispongan además de una buena tierra. En productos importados se debe verificar que su tensión nominal corresponda a la tensión de suministro en México y también es recomendable que ostenten el sello UL y CBM.

7.- REFLECTORES ESPECULARES.

Descripción general. Son reflectores de a base de aluminio pulido al espejo con recubrimientos especiales, presentando un comportamiento especular. Están diseñados para reducir la absorción de luz y evitan la distorsión de la longitud de onda de los rayos incidentes.

Características físicas. Tienen un diseño óptico optimizado y generalmente diseñado por computadora para satisfacer las necesidades de cada aplicación.



a) Algunas Versiones de Reflectores Especulares

Aplicación. Se puedan usar sobre todo en instalaciones existentes con depreciación por tiempo y suciedad importantes. Para obras nuevas se debe hacer un estudio cuidadoso para evaluar sus posibles ventajas con respecto a luminarios nuevos.

Ahorro de energía típico. Cuando su aplicación es factible, pueden permitir ahorros de 50% en el consumo de energía, ya que reducen el número de lámparas y balastos a la mitad.

Costo. El costo varía de acuerdo con el fabricante y con las dimensiones pero los ahorros de energía generalmente justifican su adquisición.

Vida útil. Cuando son de alta calidad pueden mantener los niveles de iluminancia dentro de límites muy aceptables y su vida útil depende del medio y del mantenimiento, pero puede ser de 10 años o más.

Disponibilidad. Se encuentran desde hace algunos años distribuidores de reflectores importados de muy buena calidad. No deben confundirse estos reflectores con la película adherible al reflector original.

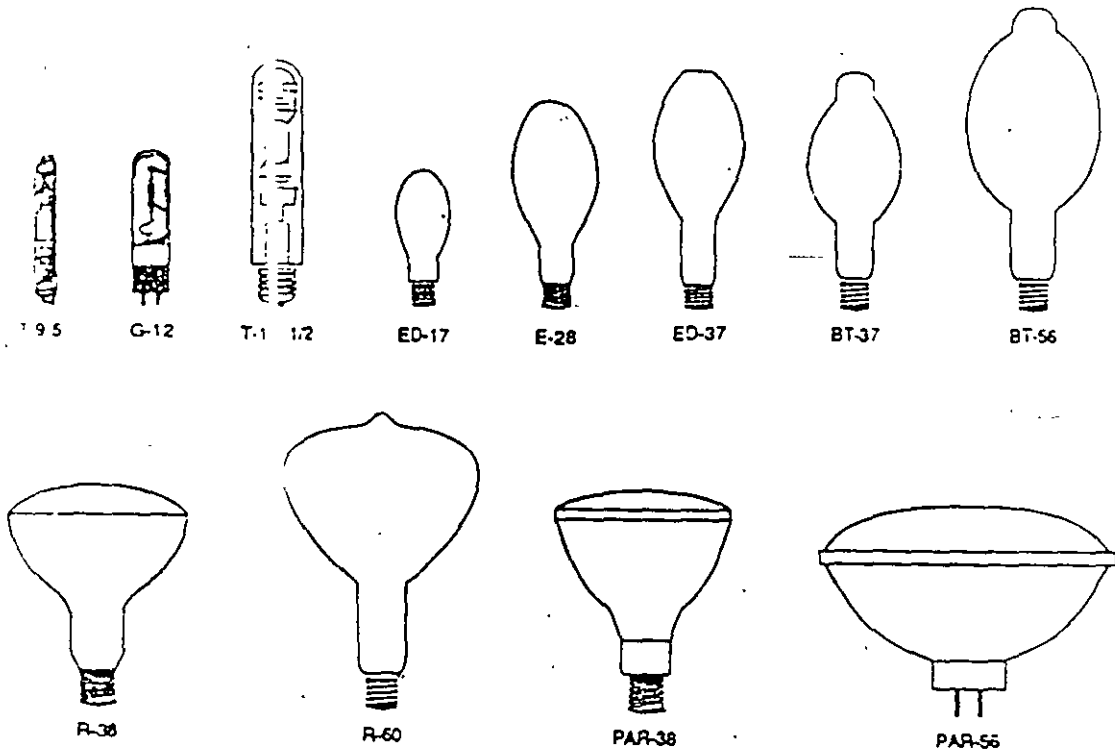
Beneficios para el usuario. Los beneficios son evidentes, ya que se reduce el consumo, la demanda máxima, la carga térmica y el mantenimiento.

Recomendaciones. La eliminación del 50% de lámparas y balastos puede reducir los niveles de iluminancia drásticamente (entre 15% y 40%), reducción que la instalación por sí sola del reflector no puede compensar. Debe realizarse un cuidadoso estudio técnico-económico con criterios luminotécnicos y energéticos para decidir su instalación.

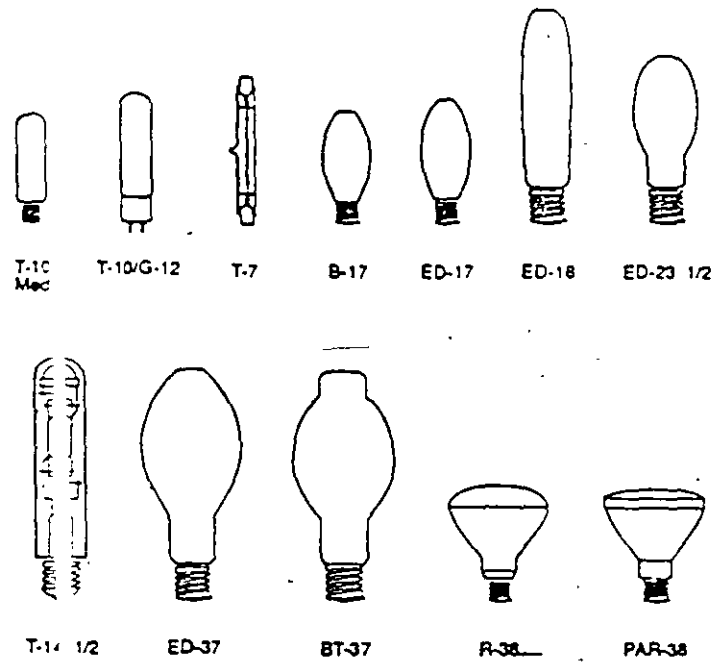
8.- LAMPARAS DE H.I.D.

Descripción general. Las lámparas de H.I.D. son lámparas de descarga en gas que se han aplicado típicamente en aplicaciones exteriores. Sin embargo, gracias a sus nuevas características como baja potencia y alto CRI están penetrando en campos como comercios y edificios.

Características físicas. Son lámparas con un tubo de arco en el que se lleva a cabo la descarga de alta intensidad. Pueden ser de vapor de mercurio, vapor de aditivos metálicos ó vapor de sodio en alta presión.



a) Configuraciones Típicas de Lámparas de Aditivos Metálicos



b) Configuraciones más comunes de Lámparas de Vapor de Sodio en Alta Presión

Aplicación. Pueden usarse en aplicaciones interiores en un amplio rango: comercios, edificios de oficinas, escuelas, hoteles, industrias, etc. Pueden usarse en obras nuevas o en remodelaciones y la elección del sistema depende de las necesidades.

Ahorro de energía típico. Los ahorros pueden ser muy atractivos debido a que estas lámparas tienen eficacias entre 60 y 140 l/w, dependiendo del tipo de lámpara y la potencia.

Costo. Los precios promedio para el conjunto lámpara-balastro sobre base de 200 W fluctúa entre \$180,000.00 y \$300,000.00.

Vida útil. La vida también depende del tipo de lámpara y la potencia pero varía entre 7,500 y 24,000 horas.

Beneficios para el usuario. En función de su alta eficacia y larga vida el costo de operación es bajo, por lo que la inversión casi siempre se justifica.

Disponibilidad. Se encuentran disponibles en México desde hace un par de años, pero como su demanda ha sido limitada la disponibilidad es todavía difícil sobre todo en el interior de la república.

Recomendaciones. Para aplicar estas lámparas deben considerarse siempre criterios luminotécnicos y no exclusivamente energéticos o económicos.

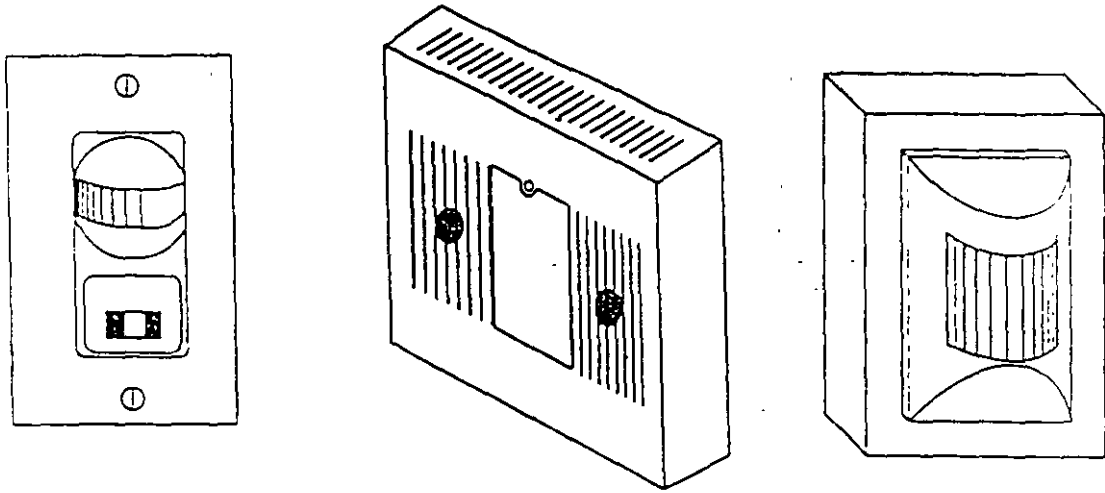
9.- CONTROLES.

Descripción general. Los controles para iluminación pueden ser manuales o automáticos y locales ó centralizados.

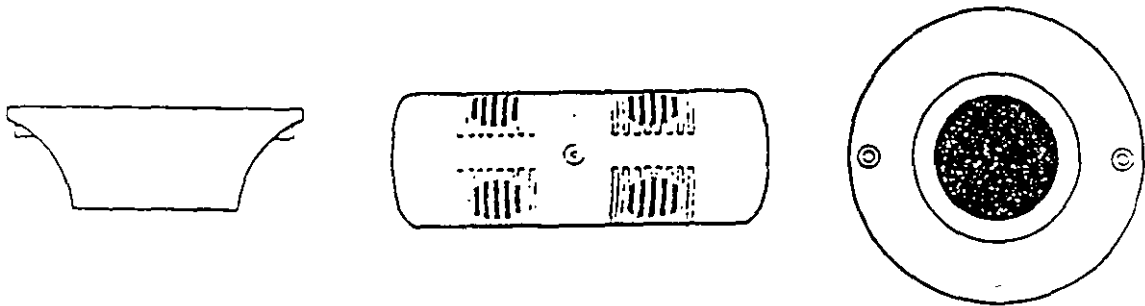
Características físicas. Pueden ser estáticos o dinámicos, a través de sensores de presencia con rayos infrarrojos ó ultrasonido, con fotoceldas o a través de un equipo de comunicaciones por hilo piloto ó inalámbrico.

Aplicación. Depende de variables tanto técnicas como económicas. La elección depende tanto de características físicas de la instalación (p. ej. Factor de aportación de luz natural) como de hábitos de consumo (p. ej. Factor de ocupación (FO)).

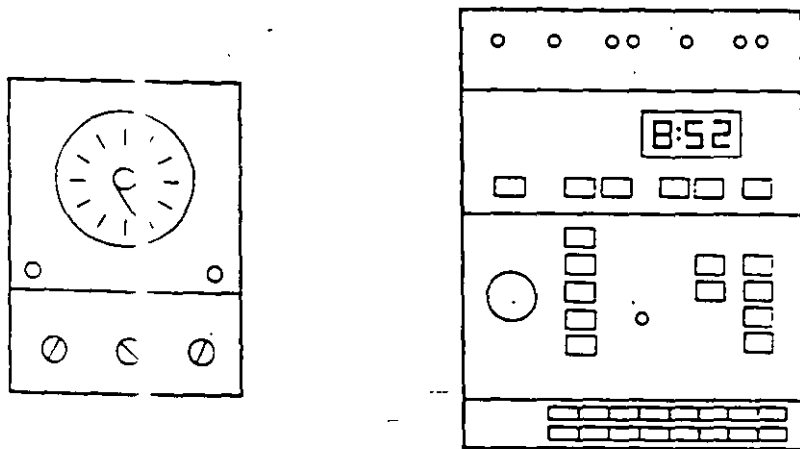
Ahorro de energía típico. La estimación de los ahorros de energía puede hacerse en base a "reglas de dedo" establecidas con la experiencia ó con algoritmos que incluyen



a Sensores de Presencia de Montaje en Pared



b Sensores de Presencia de Montaje en Techo



c) Temporizadores Programables

variables determinables por encuesta, censo y medición directa. Los ahorros potenciales fluctúan entre 12% y 86%.

Costo. Los costos dependen del país de procedencia y la tecnología usada. Para productos avanzados un interruptor cuesta unos \$40 USD y un sensor de presencia \$120 USD en promedio.

Vida útil. La vida es uno de los factores más difíciles de determinar, pero se estima en 20 años bajo condiciones normales de operación. Este valor se puede reducir drásticamente si la instalación es defectuosa, si la temperatura y vibración son excesivas, si la regulación es pobre, etc.

Beneficios para el usuario. Cuando la selección y la aplicación se realizan adecuadamente, el uso de controles incide favorablemente sobre el consumo, la demanda máxima, la carga térmica, el mantenimiento, etc..

Disponibilidad. La disponibilidad actual no es amplia, pero es posible tener acceso a productos importados. Productos nacionales están apareciendo también en el mercado, con equipos diseñados para las condiciones existentes en México y con precios más accesibles.

Recomendaciones. La estimación de los ahorros potenciales por concepto de control es una cuestión compleja, porque requiere de conocimientos muy especializados, por lo que es aconsejable asesorarse con especialistas en la materia.

Los posibles ahorros en términos económicos ó de energía que se esperan obtener a través del cambio de equipo se calculan fácilmente en función de la variación de densidades de carga, la tarifa contratada y las horas de operación en un período determinado.

Existen acciones accionales, entre las que se encuentran las siguientes:

- * Optimización de luz natural
- * Adecuación de iluminancias
- * Apego a densidades de carga
- * Revaloración de reflectancias
- * Mantenimiento

En cuanto a la aplicación del software, se requiere de un cuidadoso análisis para determinar la filosofía de operación del hardware. Se tienen dos estrategias fundamentales:

si el edificio tiene un factor de ocupación (FO) alto el uso de equipo ahorrador tiene más peso; si el FO es bajo tiene más justificación el control automático.

Las soluciones prácticas generalmente involucran a las dos estrategias pero el peso de cada una depende de cada caso en particular. Establecer los ahorros potenciales a partir del control ya sea localizado ó centralizado es una cuestión más compleja. En base a la experiencia se pueden establecer "reglas de dedo" ó bien se puede recurrir a auxiliares para determinar dichos ahorros de energía y establecer así la factibilidad de su aplicación, como el que proponemos a continuación:

$$APE(\%) = 100 \left[1 - \frac{FO(1-FALN)}{FULA} \right]$$

donde:

APE = Ahorro potencia de energía (en porciento)

FO = Factor de Ocupación

FALN = Factor de aportación de luz natural

FULA = Factor de utilización de luz artificial

Las variables anteriores se determinan como sigue:

$$FO = \frac{A_{oho}}{A_{tht}}$$

$$\left[\begin{array}{l} 0 < FO < 1(\text{Teorico}) \\ 0.4 < FO < 0.7(\text{Tipico}) \end{array} \right]$$

siendo:

Ao = Area efectivamente ocupada

ho = Horas de ocupación de Ao

At = Area total ocupable

ht = Tiempo total ocupable para At

$$FALN = \frac{IPLN}{IPR} = \frac{\sum_{i=1}^n E}{\eta(IPR)}$$

$$\left[\begin{array}{l} 0 < \text{FALN} < 1(\text{Tipico}) \\ 0 < \text{FALN} < 1(\text{Tipico}) \end{array} \right]$$

siendo:

IPLN = Iluminancia promedio con luz natural exclusivamente

IPR = Iluminancia promedio requerida

$\sum_{i=1}^n E$ = Sumatoria de los valores de iluminancia horaria considerados

n = Número de lecturas de iluminancia horaria consideradas.

$$\text{FULA} = \frac{\text{HULA}}{\text{HHT}}$$

$$\left[\begin{array}{l} 0 < \text{FULA} < 2(\text{Tipico}) \\ 0.8 < \text{FULA} < (\text{Teorico}) \end{array} \right]$$

HULA = Horas de utilización de luz artificial (> 0)

HHT = Horas hábiles totales

En base a las posibles combinaciones de hardware y software, se establecen las alternativas más viables en número razonable. La selección implica primero el análisis técnico para desechar aquellas que no cumplan. A partir de las que sí cumplan técnicamente se realiza el análisis económico, obteniéndose los índices financieros comúnmente requerido:

CONCLUSIONES.

Las acciones para ahorrar energía eléctrica se justifican plenamente a través de los beneficios recibidos por el usuario, la compañía suministradora y el país en conjunto. El ahorro potencial por concepto de iluminación es en general muy grande. Sin embargo, debe tenerse especial cuidado al emprender acciones para ahorrar energía en iluminación. Debe entenderse que, de acuerdo con la filosofía de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía,

se puede considerar al otro **exclusivamente** aquella disminución en el consumo que no disminuya la calidad de vida del usuario. Es de capital importancia tomar en cuenta que el sistema de iluminación interactúa con el resto de los equipos eléctricos dentro del sistema de distribución, por lo que cualquier modificación al diseño original repercutirá en el consumo de energía, la demanda, la factura eléctrica y en todos los sistemas y equipos instalados, desde el transformador hasta el punto terminal de la instalación.

Para determinar la calidad de vida ó de las actividades por concepto de iluminación se requiere de un cuidadoso análisis de las condiciones existentes, de las recomendadas institucional y normativamente y de las propuestas para ahorrar energía. Esto implica la aplicación de conceptos y criterios especializados en luminotecnia. El equipo y los métodos de medición en campo y en laboratorio deben ser también los aprobados por la normatividad nacional e internacional, con el objeto de que las lecturas obtenidas sean confiables y reproducibles. Es un error frecuente entre usuarios, proyectistas e incluso algunos consultores pensar que los estudios en sistemas de iluminación son triviales.

Para resolver problemas energéticos en luminotecnia existen varias alternativas. Una de ellas es recurrir a los especialistas en iluminación. Los mejores en el país pertenecen a alguna de las Asociaciones más prestigiadas, como son: la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación (**SMII**) y la Sección México de la Illuminating Engineering Society of North America (**IESNA**) organización líder a nivel mundial en el arte y ciencia de la iluminación.

Una segunda alternativa es recurrir a los fabricantes de equipo de iluminación. En México existen productos de la más alta calidad, pero desafortunadamente no son la mayoría. Un inconveniente que se corre al asesorarse exclusivamente por un fabricante es que en muchas ocasiones exageran las cualidades de sus productos y además tratan de adecuar las necesidades a sus equipos, en lugar de hacerlo a la inversa.

Una tercera alternativa es asesorarse directamente por un experto, pero se debe tener precaución al hacer la elección. Los programas de ahorro de energía están empezando a ser buen negocio en México, por lo que han surgido repentinamente una gran cantidad de profesionistas que ofrecen sus servicios para realizar diagnósticos energéticos. Para evitar en lo posible estos problemas, la Asociación de Técnicos y Profesionistas en Aplicación Energética (**ATPAE**) está preparando una serie de cursos y exámenes para certificar la preparación y experiencia de los interesados. Mientras este proceso se lleva a cabo sería prudente por parte del usuario solicitarle al consultor información comprobable sobre sus experiencias en este campo.

Una alternativa más y probablemente la mejor es asesorarse directamente por una empresa consultora. El Fideicomiso de Apoyo al Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (FIDE) y la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) mantienen contacto permanente con empresas consultoras de reconocida experiencia. También en este caso es prudente que el usuario solicite información que avale ampliamente la experiencia de diferentes empresas, de modo que pueda hacer la mejor elección.

En suma, la situación para nuestro país en materia de energía eléctrica es difícil pero no crítica, las condiciones para ahorrar energía están dadas a través de voluntad política gubernamental, de instituciones que otorgan financiamiento blando e incluso a fondo perdido, de la disponibilidad de buenos equipos nacionales e importados, de recursos humanos capacitados y de usuarios cada día más conscientes y motivados.

.....

METODOLOGIA DE DIAGNOSTICO

1.- ADMINISTRACION DE LA ENERGIA EN ILUMINACION INTERIOR.

Una administración adecuada de la energía eléctrica para la iluminación de áreas interiores comprende 5 puntos principales:

- 1.-Realización de la auditoría al sistema de iluminación
- 2.-Identificación de las opciones para un uso optimo de la iluminación
- 3.-Realización de un programa para el uso optimo de la iluminación
- 4.-Implementación del plan de acción
- 5.-Monitoreo de los resultados obtenidos y actualización permanente de datos

1.1.- AUDITORIA AL SISTEMA DE ILUMINACION.

Con la auditoría se conoce el estado real de la instalación, requiriéndose el siguiente equipo:

- Luxómetro
- Multímetro
- Cámara fotográfica (preferentemente de revelado instantáneo)
- Grabadora de cinta
- Escalera de mano
- Tabla para notas (con papel milimétrico)
- Cinta métrica
- Formatos para el levantamiento
- Analizador y registrador de redes
- Laptop

1.2.- IDENTIFICACION DE OPCIONES PARA UN USO OPTIMO DE LA ILUMINACION.

Dentro de las diversas opciones tenemos las siguientes:

- Nuevos tipos de lámparas
- Balastros electromagnéticos de alta eficiencia y balastros electrónicos
- Reflectores especulares

- Reemplazo de luminarios
- Empleo de controles (manuales o automáticos)
- Mejor aprovechamiento de la luz natural
- Mayor mantenimiento

Es necesario establecer todas las opciones posibles para identificar a través de un análisis aquellas que proporcionen el mayor ahorro de energía sin disminución de la calidad de vida de las actividades. En algunos casos se deben realizar pruebas eléctricas y fotométricas en campo y en laboratorio para garantizar los resultados.

1.3.- REALIZACION DE UN PROGRAMA PARA EL USO OPTIMO DE LA ILUMINACION.

Un plan bien desarrollado identifica las opciones que pueden ser implementadas, considerando en cada una de las recomendaciones la identificación y cuantificación de los siguientes parámetros:

- Area afectada
- Naturaleza del sistema de iluminación a instalar
- Cantidad y calidad de la iluminación propuesta
- Consumo de energía actual, proyectado y ahorros estimados
- Costos de la energía y mantenimiento actuales, así como ahorros proyectados
- Naturaleza de las modificaciones propuestas
- Beneficios generales al implementar modificaciones (seguridad, mayor precisión en las tareas, confort, productividad, etc.).
- Costo de la implementación
- Valor estimado de los beneficios generales derivados
- Densidad de carga actual y la proyectada
- Inversión requerida e índices financieros correspondientes

1.4.-IMPLEMENTACION DEL PLAN DE ACCION

Los planes para la administración eficiente de la energía eléctrica se diseñan generalmente para aplicarse en etapas. De las opciones para iniciar la implementación de las acciones, generalmente se seleccionan primero las de mayor relación beneficio-costos (generalmente las de inversión nula o muy baja); en segundo término se seleccionan aquellas que tengan la mayor tasa de retorno del capital sobre la inversión y en tercer lugar las que requieran de una fuerte inversión inicial.

Es conveniente informar a todos los empleados acerca de los cambios realizados en la iluminación, ya que así aceptarán con gusto las modificaciones al tener una mejoría en su medio ambiente, lo cual impacta positivamente en su trabajo. Al terminar la implementación de cada etapa es necesario efectuar mediciones, con el fin de verificar que se obtienen los resultados proyectados y los ahorros esperados.

1.5.-MONITOREO DE LOS RESULTADOS Y ACTUALIZACION DE DATOS .

Para el monitoreo del consumo de energía es necesario hacer mediciones y cálculos periódicamente.

La calidad puede determinarse por observación y evaluación de los comentarios de aquellos que trabajan en el área estudiada. Los cambios en la productividad, el margen de error y otros factores pueden indicar los efectos causados por la implementación de las medidas. El programa para la administración eficiente de la iluminación deberá estar al día y revisarse cada 6 meses como mínimo, haciendo los cambios o ajustes requeridos.

La industria de la iluminación realiza progresos muy rápidamente. Por esta razón, las personas a cargo del programa deberán hacer un esfuerzo para mantenerse actualizados en los últimos adelantos en la tecnología de iluminación.

2.- USO DE FORMATOS EN LAS AUDITORIAS ENERGETICAS A SISTEMAS DE ILUMINACION.

La iluminación consume el 30% del gran total de energía eléctrica generada en nuestro país. De acuerdo con las metas propuestas en el Programa Nacional de Ahorro de Energía, en iluminación es posible alcanzar una disminución de 12.8 TWH anuales al mejorar en un 45% la eficiencia de los equipos instalados. Una vez tomadas las medidas de ahorro en motores y equipos misceláneos la iluminación representaría sólo el 21% del total nacional, debido a que el potencial de ahorro es mayor que en cualquier otro uso final.

Sin embargo debido a lo anterior, en México muy a menudo se ha caído en abusos al tratar de alcanzar los máximos ahorros de energía sin considerar los efectos negativos en la calidad de las actividades de los usuarios. Son cinco los parámetros a considerar cuando se garantiza la calidad de los proyectos y las medidas de ahorro: el Índice de Rendimiento de Color (CRI), el Nivel de Iluminancia, la Relación de Uniformidad, la Probabilidad de Confort Visual (PCV) y la Temperatura de Color Correlacionada (TCC).

El primero nos indica con un valor entre 0 y 100 la capacidad de una fuente luminosa para reproducir fielmente los colores, el segundo se refiere al nivel de iluminancia dado en luxes ó footcandles en el plano de trabajo, el tercero nos indica adimensionalmente la relación entre zonas de una misma área que presentan diferente iluminancia, mientras que el cuarto también nos indica con un valor entre 0 y 100 el grado de confort visual proporcionado con cada sistema; el quinto se da en Kelvin e indica la apariencia ó el aspecto (cálido, neutral ó frío) de una fuente luminosa.

Estos 5 parámetros de calidad están íntimamente ligados entre sí y sólo el cumplimiento de todos ellos en paralelo junto con los parámetros energéticos como energía, demanda, factor de potencia, densidad de carga, etc. y las variables económicas y de mercado como precio y disponibilidad entre otras cumplen con la filosofía de ahorro de energía de los países avanzados. Desde este moderno punto de vista, sólo se considera ahorro de energía aquella reducción en el consumo de energía que no sacrifique la calidad de vida del usuario.

Es tan importante la consideración de estos parámetros que especialistas en EE.UU. están proponiendo nuevos métodos para evaluar económicamente no sólo los costos, sino el resto de los beneficios al realizar un buen retrofit o un nuevo proyecto con criterios avanzados. La base de estos métodos es calcular un valor agregado (económico) a los beneficios por la calidad de la iluminación como CRI, PCV, etc., comparándolos con los que se obtendrían en un proyecto convencional.

El uso de formatos adecuados es muy útil en todos los estudios de ahorro de energía en iluminación para hacer los cálculos económicos y energéticos, pero lo es más todavía cuando se pretende considerar los parámetros de calidad.

2.1.- METODOLOGIA DE DIAGNOSTICO.

La metodología seguida en un estudio de ahorro de energía aplicado a un sistema de iluminación depende entre otras cosas, del alcance previsto y de la experiencia de los especialistas responsables.

No existe por lo tanto una metodología obligatoria. Como referencia, se listan las actividades principales:

- * Recopilación de Antecedentes
- * Análisis de Información y Cronograma de Actividades
- * Levantamiento y Mediciones en Campo
- * Procesamiento y Análisis de la Información
- * Determinación de la Situación Existente

- * Establecimiento de Alternativas
- * Análisis Técnico-Económico de Alternativas
- * Pruebas Eléctricas y Fotométricas
- * Determinación de la Mejor Opción
- * Elaboración de Especificaciones y Volumen de Obra
- * Ruta Crítica
- * Conclusiones y Recomendaciones

2.2.- INFORMACION CONTENIDA EN LOS FORMATOS.

INFORMACION PRELIMINAR.

Información General: - Se concentra información de tipo general sobre el usuario (dirección, nombre y puestos del coordinador y sus subalternos, teléfonos y horarios), la descripción general del estudio (características del caso base, fecha de inicio y término esperado), así como datos de los auditores responsables, su personal operativo y su equipo de trabajo, etc.

Información Complementaria: - Ubicación geográfica (fecha de inicio de verano e invierno), giro ó actividad principal, fecha original de construcción, área total, fecha de ejecución y descripción de trabajos por ampliaciones, planos arquitectónicos, diagramas unifilares y rangos de temperaturas exteriores por estación; información energética histórica desde la compañía suministradora de energía eléctrica, hasta el recibo ó la factura eléctrica (región, tarifa, demanda contratada, factor de carga, cargos por energía, demanda, factor de potencia, cargos por alumbrado público, mantenimiento y ajuste por combustibles, etc.).

2.3.- DETERMINACION DE LA SITUACION ACTUAL.

Clasificación por Área Tipo: - Se analiza la información recabada en campo con objeto de establecer las características de cada área y hacer la clasificación correspondiente, incluyendo la geometría (rectangular, elíptica, circular, irregular, etc.). Los criterios de iluminación y por lo tanto de energía son particulares para cada área tipo, ya que generalmente varía la actividad desarrollada, la suciedad y/o peligrosidad del ambiente, etc.. También debe considerarse la velocidad, exactitud e importancia de la tarea, además de la edad de los usuarios. Al hacer la medición de iluminancia debe seguirse al pie de la letra la metodología recomendada por IESNA y medir en plano horizontal y vertical con objeto de comprobar que se cumple con la relación recomendada de iluminancias.

Localización de Áreas. Localización exacta dentro de la instalación, registrando la temperatura ambiente, la humedad relativa y el centro de carga correspondiente. Permite predecir la aportación de luz natural en cada estación, el intercambio de aportaciones entre diferentes áreas, el sistema de tierras, la tensión nominal y la regulación, el equipo eléctrico misceláneo, etc.

Dimensiones. Se registra el ancho, largo y alto del área más las cavidades y reflectancias. Se consideran también las particiones, cantidad y lay out de estaciones de trabajo, mobiliario y luminarios así como el tamaño y ubicación de las ventanas. Esta información se usa posteriormente para el cálculo de iluminancia con luz tanto natural como artificial.

Hábitos de Consumo y Equipo Misceláneo. Se consignan todos los equipos varios por usuario y las costumbres de uso tomando el tiempo y los ciclos de encendido-apagado, así como su opinión sobre la iluminación y sus propuestas para ahorrar. A través de los hábitos y horarios se calcula el factor de ocupación y el factor de utilización de luz artificial. Con la información anterior y las mediciones en la subestación y los tableros seleccionados se caracterizan todos los días de la semana para extrapolar posteriormente a base año.

Equipo de Iluminación Instalado. Se obtiene a partir del levantamiento en campo y de la información de los fabricantes, complementándose con los cálculos necesarios en gabinete. Como complemento debe investigarse si el mantenimiento es grupal ó individual y los periodos de limpieza. Los principales datos son los siguientes:

- **Lámpara.**- Se registra la marca y la designación, tipo de encendido, dimensiones, potencia, color, CRI, mantenimiento de lúmenes, precio en el mercado, número de lámparas por luminario, temperatura en el bulbo, número y ubicación de lámparas falladas, etc.
- **Balastro.**- Se obtiene y/ó calcula la marca, catálogo y número de balastos por luminario, circuito, clasificación por sonido, factor de potencia, protección térmica, temperatura de operación, factor de balastro, BEF, potencia de línea, condiciones de instalación, equipos desconectados, quemados u ociosos, compatibilidad con las lámparas, etc.
- **Luminario.**- Se considera la marca y número de catálogo ó bien el tipo de luminario (empotrado, sol repuesto, suspendido ó en riel, abierto ó cerrado, con difusor ó louver, con reflector pintado ó especular, etc.), su instalación; estado físico, número de unidades instaladas, watts reales por luminario, FEF, carga total por área tipo y densidad de carga resultante. También se debe registrar el número de unidades fuera de servicio.

- **Control.** Se registra marca y número, si es automático ó manual, de potencia plena ó controlada, ubicación, número de luminarios controlados y carga por control, horas de uso y ciclos de encendido apagado, área involucrada, etc..

Interacción con Equipo Adicional. Para hacer el cálculo de los ahorros reales deben considerarse los beneficios adicionales que se obtienen al realizar un estudio de ahorro de energía. Calcular el beneficio económico por cada uno es una cuestión compleja pero factible. Por ejemplo, si se trata de un estudio integral, se conocen los datos del equipo de aire acondicionado, como consumo de energía, horas de operación y COP. Reducir el consumo por concepto de iluminación beneficia a los equipos de aire acondicionado, porque libera parte de la carga térmica y por lo tanto el consumo de energía. A través del COP se puede calcular directamente la reducción en demanda.

En la subestación los transformadores bajarán su carga lo que reducirá sus pérdidas por efecto Joule, reduciendo la necesidad de mantenimiento al trabajar más frío lo que además incrementa su vida útil. Por lo anterior se requiere recopilar toda la información necesaria sobre la instalación eléctrica y los equipos instalados para hacer los cálculos de ahorro por los beneficios adicionales.

Evaluación Económica. Se determina la fuente ó tipo de financiamiento, inflación anual, aumento probable en costos de energía, costo actual de operación y mantenimiento e incremento anual esperado (mano de obra, material y energía), valor comercial del equipo instalado y su posible valor de rescate ó bien el costo de su disposición final, costo de equipo propuesto y de retrofit completo más el diagnóstico e implementación de medidas (suministro de equipo supervisión, instalación y monitoreo). Con los ahorros en la facturación y los beneficios adicionales se calculan el Tiempo Simple de Recuperación, Payback, Tasa Interna de Retorno, Inversión Equivalente en Payback, Relación Beneficio-Costo, y con toda la información se cierra el cuadro-resumen final.

2.4.- FORMATO BASICO PARA ILUMINACION.

A continuación se muestra un formato que maneja 16 conceptos básicos. Aunque es simple, cabe hacer notar que no sólo involucra conceptos energéticos y económicos, sino algunos de los parámetros de calidad mencionados.

CONCLUSIONES.

La información resumida en este trabajo más la requerida de acuerdo con las necesidades particulares de cada estudio debe ser ordenada y consignada en formatos

El primero nos indica con un valor entre 0 y 100 la capacidad de una fuente luminosa para reproducir fielmente los colores, el segundo se refiere al nivel de iluminancia dado en luxes ó footcandles en el plano de trabajo, el tercero nos indica adimensionalmente la relación entre zonas de una misma área que presentan diferente iluminancia, mientras que el cuarto también nos indica con un valor entre 0 y 100 el grado de confort visual proporcionado con cada sistema; el quinto se da en Kelvin e indica la apariencia ó el aspecto (cálido, neutral- ó frío) de una fuente luminosa.

Estos 5 parámetros de calidad están íntimamente ligados entre sí y sólo el cumplimiento de todos ellos en paralelo junto con los parámetros energéticos como energía, demanda, factor de potencia, densidad de carga, etc. y las variables económicas y de mercado como precio y disponibilidad entre otras cumplen con la filosofía de ahorro de energía de los países avanzados. Desde este moderno punto de vista, sólo se considera ahorro de energía a que la reducción en el consumo de energía que no sacrifique la calidad de vida del usuario.

Es tan importante la consideración de estos parámetros que especialistas en EE.UU. están proponiendo nuevos métodos para evaluar económicamente no sólo los costos, sino el resto de los beneficios al realizar un buen retrofit o un nuevo proyecto con criterios avanzados. La base de estos métodos es calcular un valor agregado (económico) a los beneficios por la calidad de la iluminación como CRI, PCV, etc., comparándolos con los que se obtendrían en un proyecto convencional.

El uso de formatos adecuados es muy útil en todos los estudios de ahorro de energía en iluminación para hacer los cálculos económicos y energéticos, pero lo es más todavía cuando se pretende considerar los parámetros de calidad.

2.1.- METODOLOGIA DE DIAGNOSTICO.

La metodología seguida en un estudio de ahorro de energía aplicado a un sistema de iluminación depende, entre otras cosas, del alcance previsto y de la experiencia de los especialistas responsables.

No existe por lo tanto una metodología obligatoria. Como referencia, se listan las actividades principales

- * Recopilación de Antecedentes
- * Análisis de Información y Cronograma de Actividades
- * Levantamiento y Mediciones en Campo
- * Procesamiento y Análisis de la Información
- * Determinación de la Situación Existente

- * Establecimiento de Alternativas
- * Análisis Técnico-Económico de Alternativas
- * Pruebas Eléctricas y Fotométricas
- * Determinación de la Mejor Opción
- * Elaboración de Especificaciones y Volumen de Obra
- * Ruta Crítica
- * Conclusiones y Recomendaciones

2.2.- INFORMACION CONTENIDA EN LOS FORMATOS.

INFORMACION PRELIMINAR.

Información General Se concentra información de tipo general sobre el usuario (dirección, nombre y puestos del coordinador y sus subalternos, teléfonos y horarios), la descripción general del estudio (características del caso base, fecha de inicio y término esperado), así como datos de los auditores responsables, su personal operativo y su equipo de trabajo, etc.

Información Complementaria.- Ubicación geográfica (fecha de inicio de verano e invierno), giro ó actividad principal, fecha original de construcción, área total, fecha de ejecución y descripción de trabajos por ampliaciones, planos arquitectónicos, diagramas unifilares y rangos de temperaturas exteriores por estación; información energética histórica desde la compañía suministradora de energía eléctrica, hasta el recibo ó la factura eléctrica (región, tarifa, demanda contratada, factor de carga, cargos por energía, demanda, factor de potencia, cargos por alumbrado público, mantenimiento y ajuste por combustibles, etc.).

2.3.- DETERMINACION DE LA SITUACION ACTUAL.

Clasificación por Área Tipo.- Se analiza la información recabada en campo con objeto de establecer las características de cada área y hacer la clasificación correspondiente, incluyendo la geometría (rectangular, elíptica, circular, irregular, etc.). Los criterios de iluminación y por lo tanto de energía son particulares para cada área tipo, ya que generalmente varía la actividad desarrollada, la suciedad y/o peligrosidad del ambiente, etc.. También debe considerarse la velocidad, exactitud e importancia de la tarea, además de la edad de los usuarios. Al hacer la medición de iluminancia debe seguirse al pie de la letra la metodología recomendada por IESNA y medir en plano horizontal y vertical con objeto de comprobar que se cumple con la relación recomendada de iluminancias.

Localización de Areas. Localización exacta dentro de la instalación, registrando la temperatura ambiente, la humedad relativa y el centro de carga correspondiente. Permite predecir la aportación de luz natural en cada estación, el intercambio de aportaciones entre diferentes áreas, el sistema de tierras, la tensión nominal y la regulación, el equipo eléctrico misceláneo, etc.

Dimensiones. Se registra el ancho, largo y alto del área más las cavidades y reflectancias. Se consideran también las particiones, cantidad y lay out de estaciones de trabajo, mobiliario y luminarios así como el tamaño y ubicación de las ventanas. Esta información se usa posteriormente para el cálculo de iluminancia con luz tanto natural como artificial.

Hábitos de Consumo / Equipo Misceláneo. Se consignan todos los equipos varios por usuario y las costumbres de uso tomando el tiempo y los ciclos de encendido-apagado, así como su opinión sobre la iluminación y sus propuestas para ahorrar. A través de los hábitos y horarios se calcula el factor de ocupación y el factor de utilización de luz artificial. Con la información anterior y las mediciones en la subestación y los tableros seleccionados se caracterizan todos los días de la semana para extrapolar posteriormente a base año.

Equipo de Iluminación Instalado. Se obtiene a partir del levantamiento en campo y de la información de los fabricantes, complementándose con los cálculos necesarios en gabinete. Como complemento debe investigarse si el mantenimiento es grupal ó individual y los periodos de limpieza. Los principales datos son los siguientes:

- **Lámpara.**- Se registra la marca y la designación, tipo de encendido; dimensiones, potencia, color, CRI, mantenimiento de lúmenes, precio en el mercado, número de lámparas por luminario, temperatura en el bulbo, número y ubicación de lámparas falladas, etc.
- **Balastro.**- Se obtiene y/ó calcula la marca, catálogo y número de balastos por luminario, circuito, clasificación por sonido, factor de potencia, protección térmica, temperatura de operación, factor de balastro, BEF, potencia de línea, condiciones de instalación, equipos desconectados, quemados u ociosos, compatibilidad con las lámparas, etc.
- **Luminario.**- Se considera la marca y número de catálogo ó bien el tipo de luminario (empotrado, sobrepuesto, suspendido ó en riel, abierto ó cerrado, con difusor ó louver, con reflector pintado ó especular, etc.), su instalación, estado físico, número de unidades instaladas, watts reales por luminario, FEF, carga total por área tipo y densidad de carga resultante. También se debe registrar el número de unidades fuera de servicio

- **Control.** Se registra marca y número, si es automático ó manual, de potencia plena ó controlada, ubicación, número de luminarios controlados y carga por control, horas de uso y ciclos de encendido apagado, área involucrada, etc..

Interacción con Equipo Adicional. Para hacer el cálculo de los ahorros reales deben considerarse los beneficios adicionales que se obtienen al realizar un estudio de ahorro de energía. Calcular el beneficio económico por cada uno es una cuestión compleja pero factible. Por ejemplo, si se trata de un estudio integral, se conocen los datos del equipo de aire acondicionado, como consumo de energía, horas de operación y COP. Reducir el consumo por concepto de iluminación beneficia a los equipos de aire acondicionado, porque libera parte de la carga térmica y por lo tanto el consumo de energía. A través del COP se puede calcular correctamente la reducción en demanda.

En la subestación los transformadores bajarán su carga lo que reducirá sus pérdidas por efecto Joule, reduciendo la necesidad de mantenimiento al trabajar más frío lo que además incrementa su vida útil. Por lo anterior se requiere recopilar toda la información necesaria sobre la instalación eléctrica y los equipos instalados para hacer los cálculos de ahorro por los beneficios adicionales.

Evaluación Económica. Se determina la fuente ó tipo de financiamiento, inflación anual, aumento probable en costos de energía, costo actual de operación y mantenimiento e incremento anual esperado (mano de obra, material y energía), valor comercial del equipo instalado y su posible valor de rescate ó bien el costo de su disposición final, costo de equipo propuesto y de retrofit completo más el diagnóstico e implementación de medidas (suministro de equipo, supervisión, instalación y monitoreo). Con los ahorros en la facturación y los beneficios adicionales se calculan el Tiempo Simple de Recuperación, Payback, Tasa Interna de Retorno, Inversión Equivalente en Payback, Relación Beneficio-Costo, y con toda la información se cierra el cuadro-resumen final.

2.4.- FORMATO BASICO PARA ILUMINACION.

A continuación se muestra un formato que maneja 16 conceptos básicos. Aunque es simple, cabe hacer notar que no sólo involucra conceptos energéticos y económicos, sino algunos de los parámetros de calidad mencionados.

CONCLUSIONES.

La información resumida en este trabajo más la requerida de acuerdo con las necesidades particulares de cada estudio debe ser ordenada y consignada en formatos

adecuados. Es recomendable que cada especialista ó empresa consultora desarrolle los suyos, ya que el orden y la cantidad de datos obtenidos durante la captura depende en gran medida de la metodología seguida y del alcance prefijado para cada estudio. Un estudio de alto nivel puede requerir muchas semanas de trabajo en campo y gabinete y el uso de formatos hasta con 150 parámetros. El manejo de formatos bien elaborados permite evitar la recolección de información excesiva, que cueste tiempo y dinero a cambio de un beneficio mínimo o incluso nulo.

Por supuesto, el uso de software, desde las hojas electrónicas hasta los más especializados facilita el trabajo. En todos los casos se concluye que el primer requisito para realizar estudios formales de ahorro de energía a sistemas de iluminación es contar con buenos fundamentos sobre la teoría y práctica en luminotecnía, además de un amplio conocimiento del mercado, principalmente el nacional.

**EJERCICIOS SOBRE DETERMINACION DE COSTO
ELECTRICO Y DE MANTENIMIENTO EN SISTEMAS DE
ILUMINACION.**

I DATOS GENERALES:

Pag. () de ()

Area:
 Responsable:
 Solicitó:
 Atendió:
 Area en que se requiere:
 Dirección:
 Teléfono:
 Croquis de localización:
 Fecha:
 Observaciones:

II EQUIPO DE ILUMINACIÓN INSTALADO:

Tipo de luminarios:
 Lámparas por luminario:
 Potencia de cada lámpara:
 Disposición de luminarios (ver croqui #):
 Carga total (kW):

NOTAS:

III CONDICIONES DEL LOCAL:

Dimensiones:
 Altura de montaje:
 Altura del plano de trabajo:
 Color de:
 Condiciones de suciedad:

Alto
 Largo
 Ancho
 Paredes
 Piso
 Techo
 Paredes
 Piso
 Techo

NOTAS:

IV CONDICIONES DE OPERACIÓN:

Fecha de instalación:
 Periodo de mantenimiento:
 Grado de suciedad en difusores:
 Horas de operación al día:
 Días de operación al año:
 Horas anuales de operación:
 Tipo de trabajo:
 Número de luminarios apagados:
 Anotar si existe alumbrado complementario:

NOTAS:

V INFORMACION ADICIONAL:

Edad promedio de los ocupantes:
 Velocidad y precisión de la tarea visual:

[] menor de 40 años | [] entre 40 y 55 | [] mayor de 55
 [] no importante | [] importante | [] crítica

NOTAS:

VI LECTURAS OBTENIDAS:

Pag. () de ()

Hora de la prueba: _____

Condiciones ambientales: _____

Equipo utilizado: _____

MEDICIONES (lx)	lecturas			lecturas					total	promedio
	Punto	1	2	3	4	5	6	7		
p										P=
q										Q=
r										R=
t										T=

croquis # _____

MEDICIONES (lx)	lecturas			lecturas					total	promedio
	Punto	1	2	3	4	5	6	7		
p										P=
q										Q=
r										R=
t										T=

croquis # _____

MEDICIONES (lx)	lecturas			lecturas					total	promedio
	Punto	1	2	3	4	5	6	7		
p										P=
q										Q=
r										R=
t										T=

croquis # _____

MEDICIONES (lx)	lecturas			lecturas					total	promedio
	Punto	1	2	3	4	5	6	7		
p										P=
q										Q=
r										R=
t										T=

croquis # _____

Observaciones: _____

MARQUE LA RESPUESTA CORRECTA

1.-Operación, control y mantenimiento del sistema	SI	NO	OTRO
a.-¿El nivel de iluminancia es más alto que el recomendado por la IESNA?			
b.-¿Puede utilizarse fácilmente la iluminación localizada?			
c.-¿Es posible remover luminarios o usar lámparas de menor potencia?			
d.-¿Se apaga la iluminación en horas de trabajo, en espacios no ocupados?			
e.-¿Existen luminarios no necesarios, que puedan ser desconectados?			
f.-¿Existen lámparas ineficientes que puedan ser reemplazadas por otras más eficientes?			
g.-¿Se aprovecha la aportación de luz natural?			
h.-¿Pueden pintarse las paredes, techo y piso con colores más claros?			
i.-¿Es necesaria la instalación de nuevos interruptores, para apagar la iluminación no utilizada?			
j.-¿Deberán instalarse otros controles para disminuir el consumo?			
k.-¿Pueden reducirse las horas de operación?			
l.-¿Están sucios los luminarios?			
m.-¿Es necesario reemplazar los controlentes de los luminarios?			
n.-¿Es necesario reducir la potencia del luminario?			
o.-¿Existen relevadores o fotosensores?			
p.-¿Funciona el sistema de control como es debido?			
<p>2.-Comentarios sobre el sistema de iluminación exterior:</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>			

CONCEPTO	SISTEMAS PROPUESTOS			Pag 2 de 2
DATOS TECNICOS				
26.-Coeficiente de utilización				
27.-Factor de pérdida de luz				
28.-Espaciamento a lo largo (m)				
29.-Espaciamento a lo ancho (m)				
30.-Número total de luminarios				
31.-Número total de lámparas				
INVERSION INICIAL				
32.-Importe de los luminarios (10x30)				
33.-Importe de las lámparas (10x31)				
34.-Costo estimado de la instalación (18x25)				
35.-Inversión inicial total (32+33+34)				
MANTENIMIENTO				
36.-Mano de obra por limpieza de luminario				
37.-Mano de obra por reposición de lámpara				
COSTO DE OPERACION ANUAL				
38.-Watts por luminario (19)				
39.-Horas de uso por año (21)				
40.-Energía consumida por año (22)				
41.-Costo del kWh (23)				
42.-Costo total de la energía consumida (40x41)				
43.-Vida económica de la lámpara (14)				
44.-Promedio de lámparas reemplazadas por año (31x39/43)				
45.-Costo de lámparas repuestas (17x44)				
46.-Costo de operación anual (42+45)				
COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL				
47.-Mano de obra por limpieza de luminario (36)				
48.-Costo de limpieza por año (18x47)				
49.-Mano de obra por reposición de lámparas (37)				
50.-Costo de mano de obra (44x49)				
51.-Costo de mantenimiento anual (48+50)				
52.-Costo de operación y mantenimiento anual (46+51)				
ANALISIS DE LOS SISTEMAS				
53.-Relación de inversión inicial por lux mantenido (35/31)				
54.-Relación de operación y mantenimiento anual por lux mantenido (52/31)				

CONCEPTO	SISTEMAS PROPUESTOS			Pag 1 de 2
PARAMETROS DE DISEÑO				
1.- Area por iluminar (m2)				
2.-Altura de montaje (m)				
3.-Nivel promedio mantenido (lx)				
4.-Tipo de área				
5.-Reflectancias				
a.-techo				
b.-paredes				
c.-piso				
6.-Método de cálculo				
TIPO DE LUMINARIO				
7.-Marca				
8.-Modelo				
9.-Lámparas por luminario				
10.-Costo				
TIPO DE LAMPARA				
11.-Sistema				
12.-Modelo				
13.-Lúmenes iniciales				
14.-Vida nominal (horas)				
15.-Vida económica (horas)				
16.-Lúmenes al fin de vida				
17.-Costo				
SISTEMA ELECTRICO				
18.-Número de luminarios				
19.-Watts por luminario				
20.-Carga total (kW)				
(incluye pérdidas por reactancia)				
21.-Horas de uso por año				
22.-kWh totales por año (20x21)				
23.-Costo por kWh				
24.-Voltaje de operación				
25.-Costo de alambrado, instalación y conexión por luminario				