

LUBRICACION DE COJINETES DE MAQUINARIA EN GENERAL
TEMPERATURAS DE OPERACIÓN ENTRE 10°C Y 55°C

CARGA LB/PLG ²	LUBRICACION FLUIDA				LUBRICACION A PELICULA DELGADA	
	CIRCULACIÓN, BAÑO, ANILLO	RECOMENDACIÓN	ACEITERA, COPA GOTERA Ó MECHA	VELOCIDAD RPM	VELOCIDAD RPM	
	VELOCIDAD RPM	ISO A 40°C	SSU A 100°F	SAE	VELOCIDAD RPM	
NORMAL ABAJO 250 (17.6)	ABAJO DE 50	320	1600	(60) 90	ABAJO DE 50	
	-	220	1100	50/90	50 A 200	
	50 A 200	150	750	40	200 A 1000	
	200 A 2000	68	325	20	1000 A 3000	
	-	46	225	15	3000 A 5000	
	2000 A 5000	32	150	10	-	
	-	22	120	-	-	
	-	15	80	-	-	
MÁS DE 5000	10	60	-	ARRIBA DE 5000		
ALTA DE 250 A 1000 (17.6 A 70.4)	ABAJO DE 50	460	2400	140	ABAJO DE 100	
	-	320	1600	(60) 90	100 A 250	
	50 A 250	220	1100	50/90	250 A 750	
	250 A 750	150	750	40	-	
MUY ALTA 1000 A 3000 (70.4 A 211.3)	ABAJO DE 50	1000/680	4500	250	A BAJO DE 50	
	50 A 100	460	2400	140	50 A 250	
	100 A 250	320	1600	(60) 90	-	

NOTA: LAS TEMPERATURAS SON AMBIENTALES, MÍNIMA DE ARRANQUE Y MÁXIMA DE OPERACIÓN
LAS PRESIONES SON DEL AREA PROYECTADA EN BASE A LA POTENCIA DE TRANSMISIÓN

**CLASIFICACIONES DE VISCOSIDAD ISO Y PRODUCTOS MOBIL
CARACTERISTICAS Y APLICACIONES PRINCIPALES**

<u>CLASIFICACION ISO</u>	<u>VISCOSIDAD SSU a 100°F °E a 50°C</u>	<u>PRODUCTOS</u>	<u>APLICACIONES PRINCIPALES</u>
2	33/34	1.2* - - - Solvent 3	Kerosina P/lavado
3	36/38	-	-
5	40/43	1.7* - - - Solvent 140	Kerosina Ext.Ligero P/Husillos
7	46/52	-	-
10	58/65	3.3* - - - Mobil Velocite E	Ligero P/Husillos
15	76/88	-	-
22	100/125	2.2. - - - Mobil Velocite D	Aceite P/Husillos
32	150/180	3.0 - - - Mobil DTE.Light	Ligero P/Turbina e Hidraulicos
46	215/260	4.0 - - - Mobil DTE.25	Mediano Tipo MS P/Hidraulicos
68	320/380	5.5. - - - Mobil DTE.26	Tipo MS P/Hidraulicos
		Mobil DTE.Hvy.Med	Pesado P/Turbinas e Hidraulicos
		Mobilgear 626	Ligero Tipo EP P/Engranés
		Mobil Vactra 2	Adhesivo EP P/Guías y Htas.
		Mobil Almo 527	Tipo EP P/Perf.Neumáticas
100	470/575	8.5 - - - Mobil DTE.103	No carbonizante P/Compresoras Aire
150	710/870	10 - - - Mobil DTE.Ext.Hvy	Ligero Tipo Turbinas P/Engranés
		Mobilgear 629	Mediano Tipo EP P/Engranés
		Mobil Almo 529	Tipo Adhesivo EP grueso P/Perf.Neum.
220	1050/1250	15 - - - Mobilgear 630	Medio pesado Tipo EP P/Engranés
		Mobilube HD-90	SAE-90 Tipo EP Automotriz
320	1550/1850	22 - - - Mobilgear 632	Pesado Tipo EP P/Engranés
460	2250/2700	33 - - - Mobil 600w sup.C.O	Aceite Comp.P/Cilindros y Eng. Sinfín
		Mobil be HD-140	SAE-140 Tipo EP Automotriz
680	3350/4000	42 - - - Mobilgear 636	Extra Pesado Tipo EP P/Engranés
1000	4900/6000	-	-
1500	6250/7650	-	-
		Mobil SM No.3	Lubricante Ligero P/Molinos caña
		Mobiltac MM	Lubricante P/Engranés a charola
		Mobil SM No.6	Lubricante Pesado P/Molinos caña

Mobil Oil de México, S.A.
Oct./1980 Línea Básica de Fabricación
Ing.Jo Pequeño.

* Medida a Temp. 20°C

RODAMIENTOS

ELEMENTOS FUNDAMENTALES

Los rodamientos son en todos sentidos elementos de precisión indispensables para la maquinaria moderna. Su efectividad ha sido ampliamente comprobada y su uso se ha generalizado enormemente, tanto para ejes horizontales como verticales, trabajando a bajas y altas velocidades, con cargas radiales, axiales ó una combinación de estas.

1 - Finalidad y Objetivos de los Cojinetes de Rodamiento.

Su diseño especial permite reducir la fricción a un mínimo substituyendo el movimiento de deslizamiento por contacto de rodamiento.

Sirven para soportar cargas radiales (perpendiculares a la flecha), cargas axiales ó de empuje (paralelas a la flecha), ó cargas angulares (axiales y radiales combinadas), dependiendo del tipo de rodamiento que se use.

2 - NOMENCLATURA DE UN RODAMIENTO

RODAMIENTO DE UNA HILERA DE BOLAS DE RANURA PROFUNDA

1- Diámetro Interior - Se maquina con tolerancias muy apretadas para ajuste a presión en la flecha. El acabado de la flecha y dimensión son muy importantes.

2- Anillo Interior - Pista guía para las bolas

3- Anillo Exterior - Pista guía para las bolas

4- Separador (jaula)- mantiene a las bolas espaciadas equidistantes.

5- Diámetro Exterior - Con tolerancias cerradas para ajuste deslizante en la caja.

3 - SEPARADOR

El Objetivo es conservar a los elementos de rodamiento espaciados adecuadamente, evitando que cada uno de estos elementos interfiera contra el próximo.

La velocidad de fricción entre los elementos de rodamiento es el doble del elemento y el separador. El uso del separador reduce la fricción y el calor en operación

TIPO DE RODAMIENTOS Y SUS FUNCIONES

4 - RODAMIENTO DE UNA HILERA DE BOLAS - RANURA PROFUNDA.

Se usa principalmente para cargas radiales, teniendo una capacidad axial del 50 al 125% de la carga radial. La alineación de la flecha y alojamiento es muy importante.

Se usan principalmente en motores eléctricos, automóviles y maquinaria ligera en general.

5 - RODAMIENTO DE DOBLE HILERA DE BOLAS - RANURA PROFUNDA

El desalineamiento provoca cargas axiales y estos rodamientos permiten menos este movimiento.

Se usan principalmente en reductores de engranes, soportes de transmisión, generadores y maquinaria pesada. Soportan de 50 a 65% más carga axial que los de una hilera.

6 - RODAMIENTO DE BOLAS TIPO AUTO-ALINEABLE

Permite un desalineamiento sin incremento de carga en los elementos debido a la pista exterior esférica. Es imposible que estos rodamientos ejerzan alguna influencia de flexión sobre la flecha.

Se usan principalmente donde el desalineamiento se debe a la desviación de la flecha, errores de montaje ó distorsión por la cimentación. Para cargas radiales y axiales moderadas. Para altas velocidades con exactitud extrema. Maquinaria para madera, molinos de martillos, ventiladores, centrífugas y soportes.

7 - RODAMIENTO DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR

Tiene un ángulo de contacto pronunciado que a través de dos hombros opuestos en el anillo interior y exterior soporta el empuje, encontrándose ambas pistas aproximadamente a 45° del eje.

8 - Los de una sola hilera aceptan una carga axial pesada en una dirección y una radial moderada. El montaje en Tandem aumenta la capacidad de carga axial.

Cuando se usan en pares - cara con cara, espalda con espalda pueden soportar cargas axiales en dos direcciones.

Su uso se extiende donde existe una combinación de cargas radial y elevada axial, en transmisiones sínfin, bombas, centrífugas y soportes.

9 - RODAMIENTO DE DOBLE HILERA DE BOLAS - CONTACTO ANGULAR

Representa la combinación de dos rodamientos de una hilera.

10 - RODAMIENTO DE RODILLOS CILINDRICOS - TIPO NO LOCALIZADO

Es similar al rodamiento de bolas solo con pistas de superficies cilíndricas y cejas en uno de los anillos que permite el movimiento libre axial de la flecha. Soporta mayor carga radial que cualquier otro rodamiento de tipo diferente. El desalineamiento puede causar fatiga prematura ó desgaste en rodillos y cejas (sesgado).

Se usan para cargas radiales elevadas sin carga axial directa. Presentan baja fricción y permiten operaciones a velocidades altas.

11 - RODAMIENTO DE RODILLOS CILINDRICOS - TIPO DE LOCALIZACION UNIDIRECCIONAL

Similar al anterior solo con bridas en ambas pistas que no se pueden separar. Soportan cargas radiales elevadas y absorben pequeñas cargas axiales en una dirección. La posición debe ser en un solo giro.

12 - RODAMIENTO DE RODILLOS CONICOS - ANGULO MEDIO

La pista exterior se identifica como "taza" y la interior y el ensamble de rodillos como "cono". Tienen elevada capacidad radial y axial. Las pistas y ejes de rodillos forman un ángulo con la flecha. Su instalación es por pares con cargas de empuje opuestas. El desalineamiento causa sobrecargas en rodillos y pistas.

Se usan para cargas radiales y axiales elevadas. Engranajes cónicos, ruedas de automóviles, carros de minas, molinos de acero, bombas, transmisiones de engranes y soportes.

13 - RODAMIENTO DE RODILLOS CONICOS - ANGULO EXCESIVO

Similar al anterior siendo más apropiado para soportar cargas axiales elevadas.

14-15 RODAMIENTOS DE RODILLOS ESFERICOS - SENCILLOS Y DOBLES

Tienen rodillos de perfil tipo barril cónicos, permitiendo el desalineamiento sin incrementar la carga sobre los elementos. Maneja cargas radiales y axiales elevadas en ambas direcciones. Se usan donde el desalineamiento puede ser un problema. Equipos de fabricación de acero, papel, molinos de hule, quebradoras, cojinetes de ferrocarril, ventiladores, sopladores, bombas, compresores y soportes.

16 - RODAMIENTO DE DOBLE HILERA DE RODILLOS CONCAVOS (RODILLO AHUECADO)

La concavidad de los rodillos y la pista esférica los hace auto-alineables. Se usan en soportes, sistemas de ejes en línea, bombas, agitadores y donde se esperan problemas de desalineamiento.

17 - RODAMIENTO DE AGUJAS

No tienen pista interior, ruedan sobre la flecha endurecida. Las agujas se guían por la ceja rolada en la pista exterior. No tienen separador y presentan mayor relación L/D de los elementos. El desalineamiento lo sobrecarga. Las agujas se desgastan y friccionan más. Se usan donde existen limitaciones de desgaste.

18 - RODAMIENTOS DE AGUJAS TIPO JAULA

No tienen pista exterior ni interior. Las agujas están fijadas a los anillos de la jaula por muñoneros. Se usan donde existen limitaciones de espacio.

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL 1983.

Fecha	Tema	Horario	Profesor
16 de Ago.	Generalidades de Mantenimiento	17 a 19 h	Ing. Jesús A. Avila Espinosa
	Filosofía de Mantenimiento	19 a 21 h	
17 de Ago.	Limpieza	17 a 18 h	Lic. Pedro Palacios Mendoza
	Desinfección	18 a 19 h	
	Jardines	19 a 21 h	
18 de Ago.	Protección contra la corrosión	17 a 19 h	Ing. Manuel Felipe Guerrero Fernández
	Soldadura	19 a 21 h	
19 de Ago.	Pintura	17 a 20 h	Ing. Rubén Avila Espinosa
	Plagas y roedores	20 a 21 h	
22 de Ago.	Lubricación	17 a 21 h	Ing. José Pequeño Garza
23 de Ago.	Mantenimiento Civil	17 a 19 h	Ing. Jorge del Olmo Figueroa
	Prevención en Sismos	19 a 20 h	
	Soportería	20 a 21 h	
24 de Ago.	Protección contra incendio	17 a 20 h	Ing. Juan Francisco Lugo J.
	Protección contra incendio	20 a 21 h	
			Ing. Jesús A. Avila Espinosa

Fecha	TEMA	Horario	Profesor
25 Agosto	Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias	17 a 18 h	Ing. Armando Ceballos Aldape
		18 a 19 h	Ing. Jesús A. Avila Espinosa
		19 a 21 h	Arq. Oscar Alvarado Mc. Nought
26 Agosto	Instalaciones Eléctricas	17 a 21 h	Ing. Andrés D. Chávez Sañudo
27 Agosto	Mesa Redonda	17 a 21 h	Todos los profesores



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

INTRODUCCION
ORGANIZACION DE UNA EMPRESA

AGOSTO, 1983

INTRODUCCION

ORGANIZACION DE UNA EMPRESA

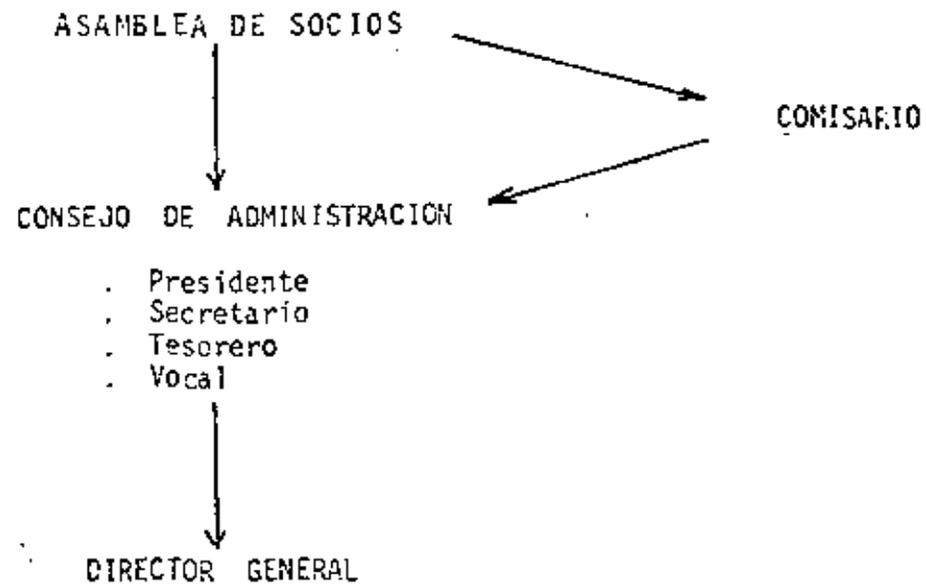
El "Ingeniero Mecánico Electricista" es un profesional indispensable dentro de la organización de una empresa, para atender, dentro de las propiedades físicas, el área de instalaciones y equipos (ver tabla 0.1).

La planeación, programación, construcción, operación y conservación de las propiedades físicas de una empresa, son funciones de uno o varios departamentos, pudiendo ser actividad base de uno de ellos, efectuando en forma independiente o bien a través de una interacción departamental. Para el mejor desempeño de las funciones a desarrollar dentro de una empresa, es indispensable conocer su organigrama. En la fig. 0.1 y tabla 0.2 se presenta un ejemplo de organigrama básico general de una industria manufacturera.

Para que el organigrama de una empresa sea de utilidad, es indispensable que sean establecidas las líneas de autoridad, funcionalidad y responsabilidad, definiendo la coordinación y la facilitación entre ellas, procurando la más adecuada "división del trabajo" y el mayor "rendimiento" posible, en base a "objetivos comunes"; por lo tanto es indispensable conocer las interacciones departamentales. A manera de ejemplo, en el anexo 0.1 se describe la forma de interacción departamental de una empresa.

En estos apuntes se tratarán principalmente las actividades del departamento de "Ingeniería de la Planta", en el diseño de las instalaciones y su mantenimiento en general. Adicionalmente se estudiarán las actividades del departamento de "Relaciones Industriales", funciones normalmente de "Seguridad Industrial" al vigilar las características de las instalaciones que representan riesgos al personal; se analizarán las instalaciones y equipamiento para el "manejo de materiales" actividad del departamento de "Control de Producción".

S O C I E D A D A N O N I M A
(5 S O C I O S M I N I M O)



El objetivo de establecer la "organización" de una empresa es coordinar y vigilar las actividades de ésta.

Como no existen dos compañías idénticas, es necesario estudiar los factores que afectan la construcción de su estructura, entre los cuales se tiene:

- . Objetivos de la empresa
- . Actividades que desarrolla
- . Tipo de producto que fabrica
- . Capacidad de la planta
- . Calificación del personal
- . Planes de expansión
- . Grado de sistematización.

Para la estructuración de la organización de una empresa deben tomarse en consideración los siguientes principios básicos.

- . Establecimiento de las líneas de autoridad
- . Establecimiento de las líneas de responsabilidad
- . Establecimiento de las líneas de coordinación
- . Clasificación del trabajo
- . Reunión y división del trabajo

La estructuración de una empresa tiene su origen en la necesidad de delegar responsabilidades debido a:

- . Imposibilidad física
- . Imposibilidad de efectuar todo el trabajo
- . Imposibilidad de vigilar todo el trabajo
- . Imposibilidad de tener todas las aptitudes
- . Imposibilidad técnica de conocer todas las actividades



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

INSTALACIONES

AGOSTO, 1983

1. INSTALACIONES

1.1 DEFINICION Y CLASIFICACION DE INSTALACIONES.

Instalación es el conjunto de artefactos, conducciones y accesorios necesarios para proporcionar un servicio.

En general, para el suministro de un servicio en una zona definida, se requiere contar en ésta con instalaciones básicas de infraestructura, proporcionadas normalmente por el municipio y/o las compañías suministradoras. La infraestructura necesaria para el suministro de un servicio, está constituida por los siguientes elementos:

- . Producción.
- . Transmisión.
- . Distribución.

A su vez, estos elementos requieren de "instalaciones" para satisfacer su función.

El complemento a las instalaciones de infraestructura, para poder ser utilizado un servicio, son las "instalaciones de uso", generalmente realizadas por el propio usuario y localizadas en la superestructura.

INSTALACION		PROPORCIONADO POR:
Producción	} Infraestructura	{ Gobierno y/o Compañía Suministradora
Transmisión		
Distribución		
Uso	Superestructura	Usuario.

Las instalaciones las definimos en función del tipo de servicio que suministran, así tenemos, entre otras, las instalaciones sanitarias, instalaciones hidráulicas, instalaciones eléctricas, etc.

1.2 CARACTERISTICAS DE UNA INSTALACION.

En una instalación se deben tomar en consideración diferentes características para la realización de su proyecto, construcción, operación y/o mantenimiento, las cuales definen el nivel de servicio que se va a recibir de la instalación.

La principal característica de una instalación es que debe ser "económica"; las otras características pueden incluirse fácilmente en el concepto económico. Sin embargo, tratando de ser más explícitos, se enuncian las diez características básicas en la tabla 1.1.1.

ECONOMIA.- En este concepto se deben tomar en consideración la inversión inicial y los costos de operación de esta instalación.

VIDA UTIL.- Este concepto es importante tomarlo en consideración en función de la planeación del sistema y el mercado.

EFICIENCIA.- Este concepto afecta directamente los costos de operación en el concepto de insumos, principalmente consumo de energía.

RESPALDO.- A la adquisición de una instalación es necesario contar con un buen respaldo que permita la fácil adquisición de refacciones, su reemplazo y apoyo en el mantenimiento de éstas.

MAINTENIMIENTO.- Es importante tomar en consideración este concepto debido a su influencia directa en los costos de operación, confiabilidad en el servicio y seguridad en el funcionamiento.

FLEXIBILIDAD.- En general, las instalaciones deben permitir la modificación de las condiciones normales de funcionamiento para proporcionar temporalmente un servicio no contemplado en el diseño original.

SIMPLICIDAD.- Una instalación simple representa ventajas para el personal de operación y de mantenimiento.

CONFIABILIDAD.- Esta característica representa una mayor probabilidad de poder proporcionar un servicio continuo y en cualquier momento.

SEGURIDAD.- Una instalación debe operar sin riesgos para el personal.

ADAPTABILIDAD.- Es una gran ventaja el contar con una instalación que permita fácilmente contemplar una ampliación y/o reemplazo, para continuar proporcionando el servicio con el menor riesgo y tiempo de suspensión de funcionamiento.

T A B L A 1.3

ELEMENTOS DE LÍNEA INSTALACION

1. Suministro o Acometida
2. Seccionamiento
3. Control
4. Protección
5. Inspección
6. Almacenamiento
7. Regulación
8. Distribución
9. Conducción
10. Conexión

1.5 RAZONES TECNICAS PARA SUBSTITUIR UNA INSTALACION.

- Operación y mantenimiento.
 - . Incremento en el consumo de energía
 - . Incremento en los constos de mantenimiento (por intensidad y frecuencia).
 - . Reducción en el respaldo de refacciones y servicio
 - . Peligrosidad en su operación
 - . Falta de garantía en el funcionamiento

- Obsolescencia
 - . Menor beneficio en relación a la nueva disponible en el mercado debido a:
 - Exceso de personal
 - Exceso de desperdicios
 - Exceso de espacio
 - . Equipo actual más rápido, versátil, eficiente, seguro y cómodo.
 - . Desplazamiento tecnológico
 - . Cambio de las características del mercado
 - Modificación del gusto del consumidor
 - . Fuera de tolerancias
 - . Nuevas disposiciones legales del control de la contaminación

- Producción
 - . Saturación que impide el aumento de producción.
 - . Rendimiento (u/h) no afines a la línea de producción.

- **Anteproyecto**

Este es un análisis técnico preliminar que permite definir la factibilidad de la obra y es base para realizar su justificación económica y financiera.

- . Localización
- . Infraestructura
- . Insumos
- . Requerimientos de espacio y su distribución
- . Obra civil
 - . Arquitectura
 - . Estructuras
- . Instalaciones
- . Maquinaria y equipo productivo
 - . Servicios
- . Personal y organigrama
- . Antepresupuesto

- **Entregas**

- . Planos
- . Antepresupuesto
- . Lista preliminar de materiales
- . Revisión de normas, especificaciones y política de instalación.

- **Proyecto**

- . Memoria descriptiva
- . Memoria de cálculo
- . Planos
- . Especificaciones
- . Cantidades de obra
- . Presupuesto



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

SECUENCIA PARA REALIZAR UNA INSTALACION

AGOSTO, 1983

1.8 SECUENCIA PARA REALIZAR UNA INSTALACION

- ANALISIS DE LOS REQUERIMIENTOS
 - . Técnicos del proceso
 - . Legales (reglamentos)

- PROYECTO
 - . Análisis de los materiales
 - Proveedores
 - Tiempos de entrega
 - . Análisis de la mano de obra
 - Cantidad
 - Calidad
 - Distribución

- ESTUDIO ECONOMICO Y FINANCIERO

- PROGRAMA DE OBRA

- COMPRAS
 - . Cotización y/o concurso
 - . Evaluación
 - . Adjudicación

- CONSTRUCCION
 - . Ejecución
 - . Supervisión

- RECEPCION
 - . Prueba
 - . Operación

3. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.

Las actividades del mantenimiento son:

3.1 SERVICIO.

Objetivo. Mantener la apariencia y adecuado funcionamiento de las propiedades físicas, la higiene del personal y seguridad de la empresa.

Dentro de esta actividad se considera:

- Limpieza
- Pintura
- Protección contra la corrosión
- Desinfección
- Lubricación
- Carga de fluidos

3.2 INSPECCION

Objetivo. Detectar las posibles fallas. Dentro de esta actividad se considera el control supervisorio, monitoreo y/o verificación manual o automático. En general se pueden clasificar los elementos a inspeccionar en función del tipo de fallas. A continuación se presenta una clasificación:

- a) Falla mecánica
 - . Desgaste
 - . Corrosión
 - . Vibración.
- b) Falla por acumulación.
 - . Filtros
 - . Separadores
 - . Resumideros
 - . Trampas
- c) Falla por fugas.
 - . Hidráulicos
 - . Neumáticos
 - . Eléctricos
 - . Sistemas de combustible.
- d) Falla por variación.
 - . Niveles de depósito de abastecimiento
 - . Niveles y concentración de electrolitos
- e) Fallas por regulación.
 - . Fuerza
 - . Presión
 - . Temperatura
 - . Tensión mecánica
 - . Holgura
 - . Voltaje, amperaje, resistencia.
- f) Fallas químicas.

4. SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

- Plan de Mantenimiento.

- Asignación de vida útil.

Para llevar a efecto un plan de mantenimiento, es necesario determinar elementos o componentes a los que debe efectuarse operaciones específicas asignándoles vida útil. En general, se considera que deben incluirse, como mínimo, dentro de un plan de mantenimiento, las siguientes propiedades físicas y/o sus elementos:

- . De compleja construcción
- . Su falla es peligrosa
- . Su falla origina fallas mayores
- . Función importante y de difícil acceso
- . Función importante y bajo precio

- Periodicidad o frecuencia.

La periodicidad o frecuencia de las actividades del mantenimiento, debe establecerse principalmente para la inspección y servicio. La periodicidad o frecuencia se define en base a:

- . Tiempo de operación
- . Tiempo de calendario
- . Operaciones especiales
- . Mixto

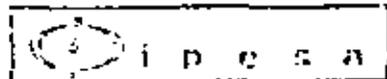
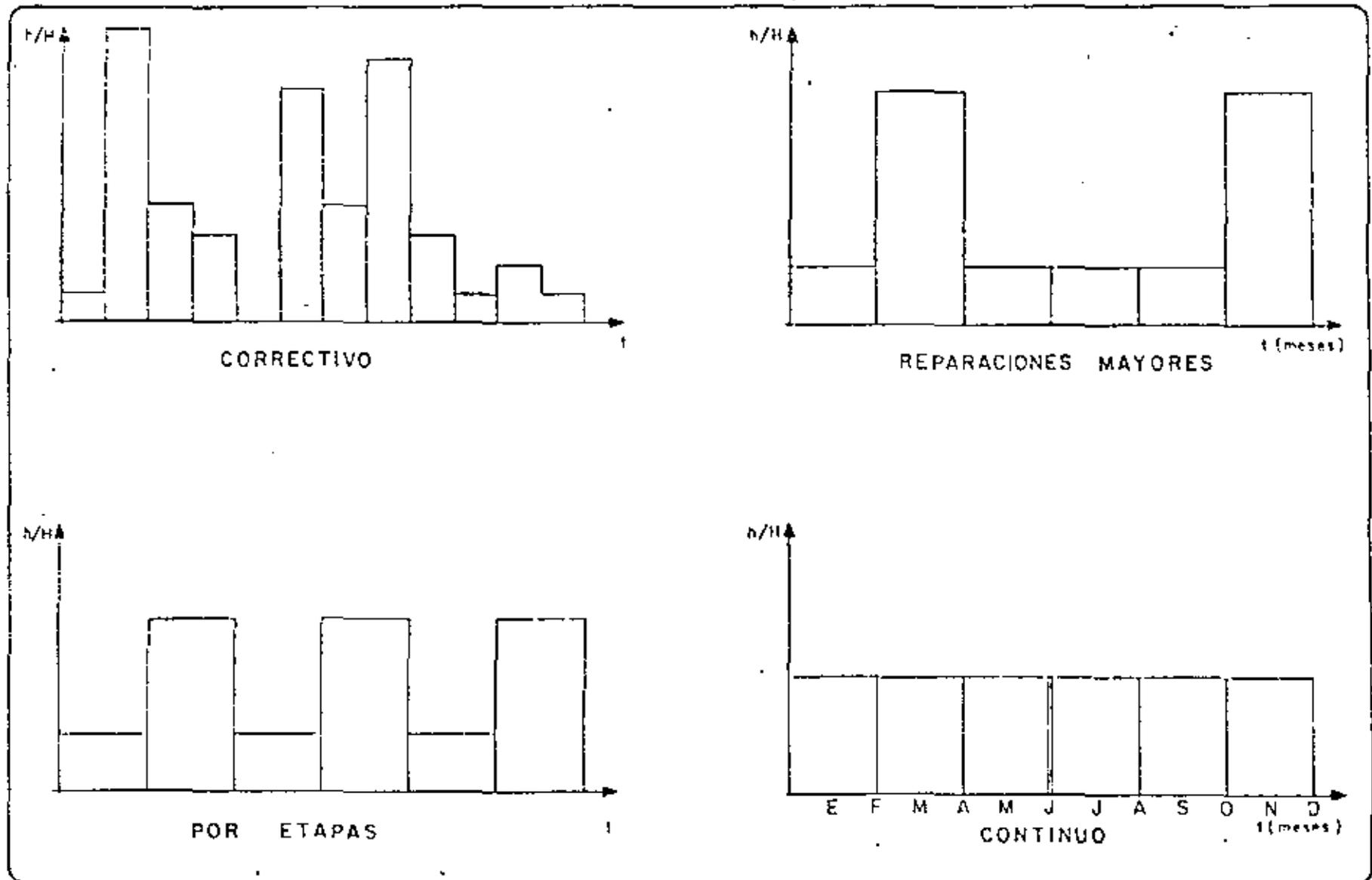
Existen componentes que se rigen por dos o más condiciones que la afecten y gobernará la que primero alcance su límite. Los períodos de inspección, servicio y vida útil deben ser múltiplos del menor período que se determine y de la frecuencia con que se efectúen los trabajos de mantenimiento.

- Recursos técnicos.

En el mantenimiento se debe considerar que se cuentan con los siguientes recursos técnicos:

- . Recomendaciones del fabricante
- . Recomendaciones gremiales
- . Experiencia propia
- . Control estadístico
- . Análisis de ingeniería.

TIPOS DE MANTENIMIENTO



8. COSTOS DE MANTENIMIENTO.

Los costos de mantenimiento los podemos clasificar en:

- **Directos.**
Corrección de fallas en el equipo productivo.
- **Indirectos.**
 - . Modificaciones y/o cambios para eliminar fallas repetitivas.
 - . Servicio rutinario.
- **General.**
Mantenimiento en las propiedades físicas de la empresa, excluyendo - el equipo de producción.

Fecha _____

Hora Inicial _____

Hora Final _____

REPORTE DE OPERACIONES NUM: _____

EQUIPO _____

Num: _____ Características: _____

Lectura Cuenta Horas

Inicial _____

Operador: _____

Final _____

Aprobó: _____

Total _____

A. Revisión Visual:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| 1 () Limpieza | 6 () Estado general |
| 2 () Nivel de aceite del motor | 7 () Luces delanteras |
| 3 () Nivel del combustible | 8 () Luces traseras |
| 4 () Nivel del agua del radiador | 9 () Bocina |
| 5 () Nivel de la batería | 10 () Presión de llantas |

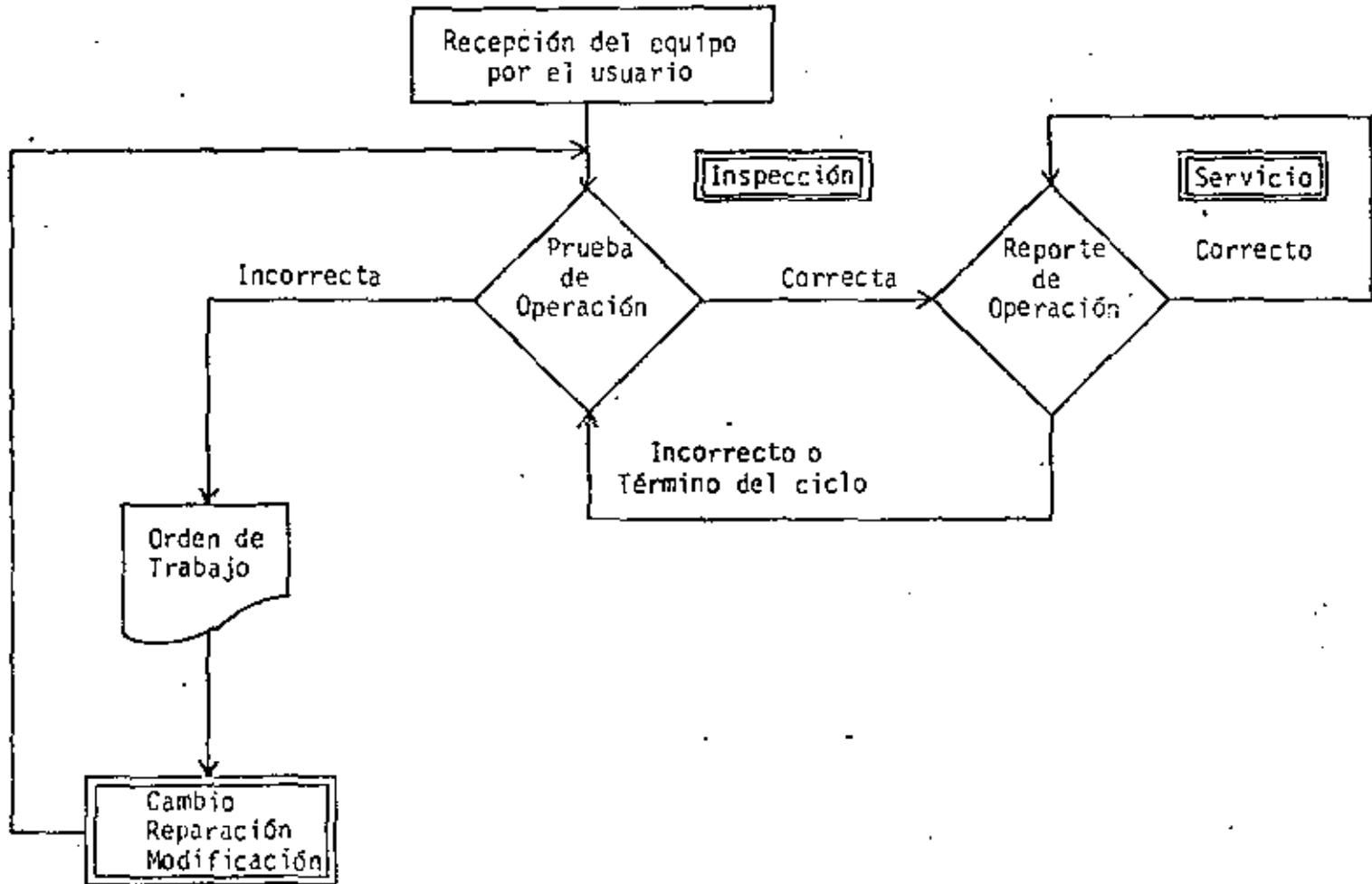
B. Revisión de Operación:

- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| 11 () Marcha | 18 () Fugas de aceite |
| 12 () Indicador presión de aceite | 19 () Fugas de gasolina |
| 13 () Indicador carga eléctrica | 20 () Fugas de líquidos |
| 14 () Acelerador | 21 () Transmisión |
| 15 () Freno de estacionamiento | 22 () Dirección |
| 16 () Embrague | 23 () Frenos |
| 17 () Fugas de agua | 24 () Ruidos |

Observaciones:

Núm _____:

CICLO DE OPERACION - MANTENIMIENTO





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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

FILOSOFIA DEL MANTENIMIENTO

ING. RUBEN AVILA ESPINOSA

AGOSTO, 1983

1.3.1.1

2. FILOSOFIA DEL MANTENIMIENTO

SESION I

ING. RUBEN AVILA E.

Responsabilidad del Ingeniero de Mantenimiento.

El ingeniero en mantenimiento debe ser un "Ejecutivo" con personalidad, y alta capacidad técnica y administrativa.

A lo largo de seminarios que he presentado he expuesto mi tesis de que el ingeniero en jefe de esta área, debe asumir la responsabilidad de -- aplicar la INGENIERIA DE FIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD, no nada más en su campo de acción laboral sino en toda ocasión y condición que su relación con la empresa se lo permitan.

Aprovechando las oportunidades que se le presentan al hacer ampliaciones o dar mantenimiento a un inmueble, mueble, instalación, equipo, recubrimiento, etc. debe mejorar su diseño para así trascender sobre el proyecto ó diseño original.

PUNTO DE VISTA	CONSERVACION	MANTENIMIENTO
e) Vida de los objetos	Más o menos larga - (años ó siglos)	Más o menos corta (meses u horas).
f) Causas del deterioro	Ambientales y/o naturales	Operación cinemática, agentes ambientales -- agresivos,
g) Comparación frente a condición -- original.	<u>El ideal sería el tener ese "algo" invariable a través del tiempo, es decir, -- que no hubiera deterioro</u>	<u>El ideal es que el deterioro siga el "programa de vida" proyectado o calculado. Se puede y debe intervenir para "mejorar" -- la condición inicial.</u>

Un punto que no hay que pasar por alto, es que aunque ambos substantivos tienen verbos correspondientes, esta correspondencia no es exacta al emplear el verbo.

A la acción de "conservación" corresponde el verbo "conservar"; no así a la acción de "mantenimiento"; se le declina con el modelo del verbo "dar" (mantenimiento).

Por otra parte, hay que notar, que, aunque no frecuentes, podría haber sistemas y objetos sobre los que recayeran ambas acciones, pero, como ya se dijo -- con sentido diferente; por ejemplo:

- En un edificio, se habla de la conservación, refiriéndonos generalmente a sus partes de deterioro lento, por ejemplo estructuras, bóvedas, etc. y se habla del mantenimiento a sus instalaciones hidráulicas, por ejemplo: recubrimientos de muros, pisos, etc.
- Un mismo elemento, por ejemplo una bóveda, puede tener trabajos de conservación, por ejemplo: cuando hay agrietamiento; ó trabajos de mantenimiento, -- como puede ser la pintura.
- Cuando un objeto ó sistema no ha sido bien "conservado" se hace necesario -- darle mantenimiento, por ejemplo: una laguna. Algunas frases nos darán más idea sobre las diferencias, a veces sutiles entre ambos términos.
- Se habla de, la conservación: de un bosque, de los recursos no renovables, del medio ambiente, de la salud, de la estructura familiar, de una pintura, de un edificio histórico, etc.

A continuación se dan proposiciones para definir algunos términos usuales en la Disciplina del Mantenimiento.

DISPONIBILIDAD

- a) Concepto matemático: relación al tiempo total, del tiempo que un equipo o sistema esta disponible para, ó en operación.

NOTA: (Solo se considera disponible cuando la capacidad

y la seguridad están dentro de control.

- b) Concepto técnico administrativo general:- Existencia de un material, tal como refacciones ó de servicio, en el lugar y tiempo en que se necesitan.

FIABILIDAD

- a) Concepto matemático:- Probabilidad de que un equipo ó sistema no falle dentro del tiempo y condiciones previstas de operación.

Usualmente su valor se da asociado (por ejemplo en ejes coordinados) a un nivel de confianza.

- b) Concepto técnico administrativo general:- Es la mayor o menor seguridad de que algo funcione o vaya funcionar de acuerdo a lo esperado.

FILOSOFIA DEL MANTENIMIENTO

1.- OBJETIVO

La intención final del mantenimiento es lograr la máxima vida económica de un edificio, equipo, sistema ó producto cualquiera.

Este enfoque de vida económica, implica que es necesario, a través de esta función mantenimiento, que el producto, tenga la mejor fiabilidad, disponibilidad, seguridad,funcionabilidad, operabilidad y apariencia.

La clave del éxito, radica entonces en la habilidad (¿ ó arte ?) para hacer interactuar correctamente los conocimientos financieros, administrativos y técnicos.

3.-¿ QUÉ ES ECONÓMICO ?

Para empezar, hay que recordar que "barato" no es lo mismo que económico; es más, casi siempre son opuestos.

Lo económico es lo que hace que los costos sean los mínimos.

El técnico profesional, o cualquier persona que tiene a su cargo un -- producto, tiene que pensar en él en términos de sus costos. Hay quien habla de "ingeniería de costos"; yo considero que no se puede hablar - o pensar en ingeniería separándola de los costos.

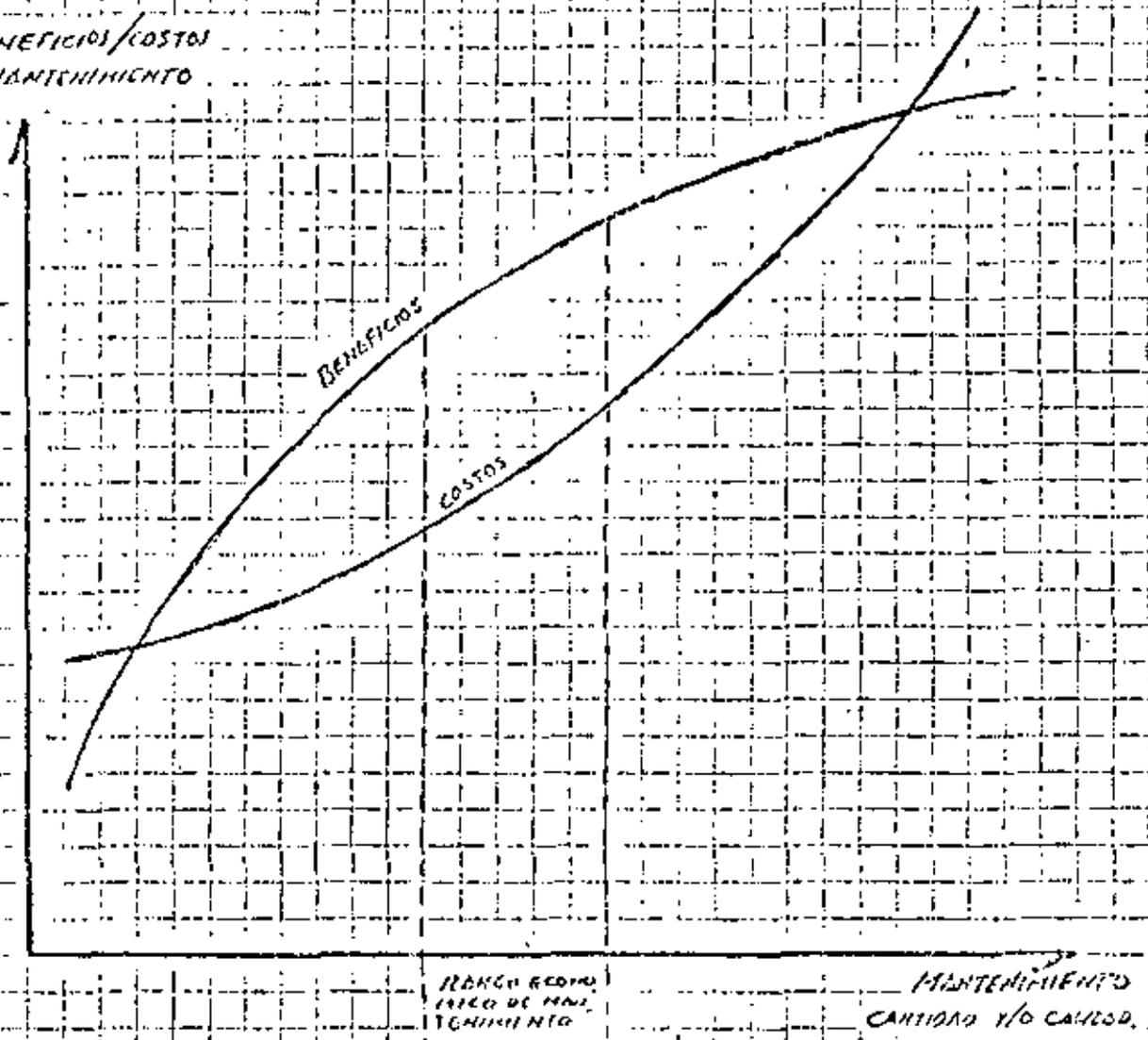
La vida económica de un producto puede ser "totalmente independiente" del estado de sus partes.

El fin de una vida económica, es cuando "cuesta" más operar un --- equipo, que reemplazado (ó reconstruirlo).

Es claro que dentro de los costos de operación de un producto están -- los de mantenimiento.

Cada vez es menos costeable reconstruir un equipo, pero existen condiciones especiales y temporales, como la actual del país, en que vale la - pena revisar el punto.

BENEFICIOS/COSTOS
DEL MANTENIMIENTO



CURVAS BENEFICIOS/COSTOS - MANTENIMIENTO

NOTA: Hay algunas técnicas para priorizar, por ejemplo:

- a) Índice de clasificación para los gastos de mantenimiento (ICGM) ó "Ranking Index Maintenance Evaluation (RIME), en el que se asignan puntos de acuerdo a una "clave de equipo" por su importancia y de acuerdo a un "factor de trabajo" por la tarea.

- b) Análisis de Criticidad, Modo y Efecto de la Falla (ACMEF) ó "Failure, Criticity, Mode, and Effects Analysis (FCMEA) en inglés.

Es conveniente estudiar estas técnicas, pero hay que tener cuidado en su campo de aplicación, ya que son muchos los factores que intervienen en la toma de decisiones en la programación del mantenimiento.

APUNTES DEL ING. RUBEN AVILA ESPINOSA
(DICIEMBRE, 1982)

EL PRINCIPIO DE PARETO.

Si alguien se pregunta sobre quién es el mejor amigo del Administrador, yo respondería, el Sr. Pareto*; inmediatamente surgiría - - la pregunta de "¿Por qué?", y su respuesta sería "porque me guía para dar prioridad a los problemas".

NOTA: Tan significativa ha sido la influencia de este principio en áreas tales como la de Fiabilidad y C. de Calidad, que es frecuente y aceptado el uso del verbo "Paretizar" para indicar la acción de ordenar los asuntos pendientes de acuerdo a su importancia.

El principio también es conocido como la "Ley del 20-80" de los "pocos vitales y muchos triviales".

En nuestro trabajo diario y aún fuera de él, siempre estamos mencionando que tenemos algunas cosas importantes que hacer, pero ¿qué tan importante es cada cosa?. Pareto nos lo dice.

Expliquémonos:

Todos los fenómenos en la naturaleza, y los económicos y sociales no son la excepción, tienen una causa. En nuestro trabajo tenemos que resolver problemas que obviamente tienen una causa y constantemente nos encontramos que su cantidad nos abruma y no sabemos qué hacer.

2. Preguntamos a un ama de casa sobre todos los polvos o granos que tenga en la cocina, por ejemplo: azúcar, arroz, sal, frijol, orégano, pimienta, clavo, azafrán, azúcar glass, etc. Supongamos que enlistamos 15 materiales, sumemos los kilogramos de los tres más abundantes. ¿No es mayor esta cantidad de kilos que la suma de los restantes?.
3. Analicemos como curiosidad el capital que tienen por ejemplo 10 de nuestros parientes, ¿la suma de los dos más ricos no es más grande que la de todos los restantes?.
4. Preguntamos a nuestro cónyuge sobre todo lo que le molesta de nosotros o de la casa. Si le damos suficiente tiempo probablemente la lista tenga 60 u 80 cosas que le gustaría mejorar. Ahora bien, pensemos ¿no se sentiría feliz si se cambiaran radicalmente las ocho o diez cosas más molestas?.

Más ejemplos surgirían en menos tiempo que el necesario para escribirlos. Les sugiero a los lectores que piensen en dos o tres ejemplos más.

DETECCION GRUPAL DE FALLAS

"Dos ojos ven más que uno", dice el dicho, y está en lo cierto. Por lo tanto, veinte ojos ven más que dos. En este caso, los ojos experimentados de las personas de un grupo de mantenimiento tendrán más capacidad de detección de fuentes reales o potenciales de problemas -- que los ojos, por muy buenos que sean, del Jefe de Mantenimiento.

Si lo expuesto es cierto para detección con mucho más razón, y en forma exponencial en este caso, se aplica a la capacidad de análisis y síntesis de un grupo de técnicos de servicio o mantenimiento. El enorme potencial de razonamiento grupal radica, entre otras cosas, en el hecho de que hay una retroalimentación (retroinfo ó "feed back") - entre los elementos que forman el grupo.

Lo anterior, nos hace recomendar que en la revisión de cédulas de mantenimiento, nuevos programas, proyectos de ampliación, etc. se considere como fundamental el que se promueva la participación activa de las personas relacionadas (y aún de las no directamente relacionadas) con el asunto, para poder así "capitalizar" el potencial humano.

ING. RUBEN AVILA E.

ya que en ellos se tienen condiciones de casa-habitación de taller, de industria, de hospital, etc.

Se recomienda que el Departamento de Mantenimiento que es el encargado de mantener en óptimas (económicas) condiciones de operación los servicios de un hotel, tenga algún sistema de detección de condiciones problemáticas, deficientes de cualquier índole (de seguridad, operación, imagen, etc.)

Buenas ideas resultan de tener fuentes de información que no están en contacto diario con el hotel. Tal es la función de las encuestas a huéspedes, mismos que deben tener preguntas que sean indicadoras del nivel de mantenimiento.

Estas encuestas de retroinfo, nos dan obviamente la opinión "con ojos de cliente"; pero habría que completarlas por un lado con opiniones de personas que estén relacionadas con la hotelería y con opiniones de técnicos o profesionales de campos específicos por otra, por ejemplo con opiniones de otros técnicos de mantenimiento, arquitectos, urbanistas, ingenieros, médicos, etc.

El mejor provecho se obtiene, si se dispone de metodología para la recopilación, análisis y procesamiento de esta información. Sobre este punto, disponemos ahora ya de minicomputadoras que resultan de una gran utilidad y cuyo costo está al alcance de todo el mundo. Un punto que no hay que perder de vista es el hecho de que el punto de inicio de una buena encuesta es la claridad de sus objetivos, la buena planeación de ella y las "herramientas" que se usen.

Cabe aclarar que entre los "requisitos específicos" que hacen que una condición característica ó pieza sea considerada como defecto, están enfoques tales como:

- Geometría, constitución, acabado, apariencia, estética, función, rendimiento, comportamiento, eficiencia, propiedades organolépticas, etc.

Dentro del DEFECTO CRÍTICO, habría que hacer dos claras subdivisiones, el Defecto crítico de seguridad y el Defecto crítico funcional.

En las instalaciones, edificios ó áreas exteriores de los hoteles, existen miles de condiciones defectuosas o defectos.

Nuestro mantenimiento debe abocarse a la superación de ellos (recordemos a Pareto) de acuerdo a su importancia, misma que como ya vimos, puede enfocarse o ponderarse desde varios puntos de vista, entre los cuales están:

- a) Criticidad del defecto (Ver definición de defecto)
- b) Probabilidad de queja, demanda, litigio
- c) Afectación al nombre, imagen, etc. de la empresa
- d) Porcentaje de usuarios descontentos
- e) Tiempo y costo de reparación
- f) Probabilidad de que permanezca oculto
- g) Afectación de la decisión de compra del producto ó servicio, etc.

- b) Escape de gases ó humos tóxicos ó explosivos.
- c) Salidas ó equipos de emergencia inoperantes
- d) Infiltraciones contaminantes al agua potable
- e) Instalaciones eléctricas en condiciones críticas.

ANEXO "A"

HERRAMIENTAS DEL INGENIERO

PSICOLOGICAS. - Sentido común

- Voluntad para hacer las cosas, lógica y sobre to do, sencillez.
- Actitud positiva frente al reto, deseo de supera ción.
- Apertura a preguntar.
- Imaginación

CENTRALES Y - Bitácoras

REGISTROS - Hojas de Proceso

- Hojas de Instrucción de Inspección, Listas che- cables
- Tarjetas de control (mantenimiento, inventarios etc.)¹
- Archivo ¹

¹ Actualmente simplificados por la electrónica.

AYUDAS GRAFICAS:

- Gráficas, histogramas
- Formatos
- Dibujos, planos, diagramas, afiches
- Modelos, maquetas.

AYUDAS ELECTRONICAS:

- Calculadoras, computadoras, simuladores
- Teléfono
- Sistema de intercomunicación verbal
- Circuitos cerrados de T.V.



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

L I M P I E Z A

AGOSTO, 1983

3,4. SEMINARIO SOBRE MANTENIMIENTO DE LIMPIEZA.
=====

I.- TEMARIO.

II.- RELACION DE TRANSFERENCIAS.

III.- DESARROLLO DE TEMAS.

I.- MANTENIMIENTO DE LIMPIEZA CONCEPTO - ALCANCES.

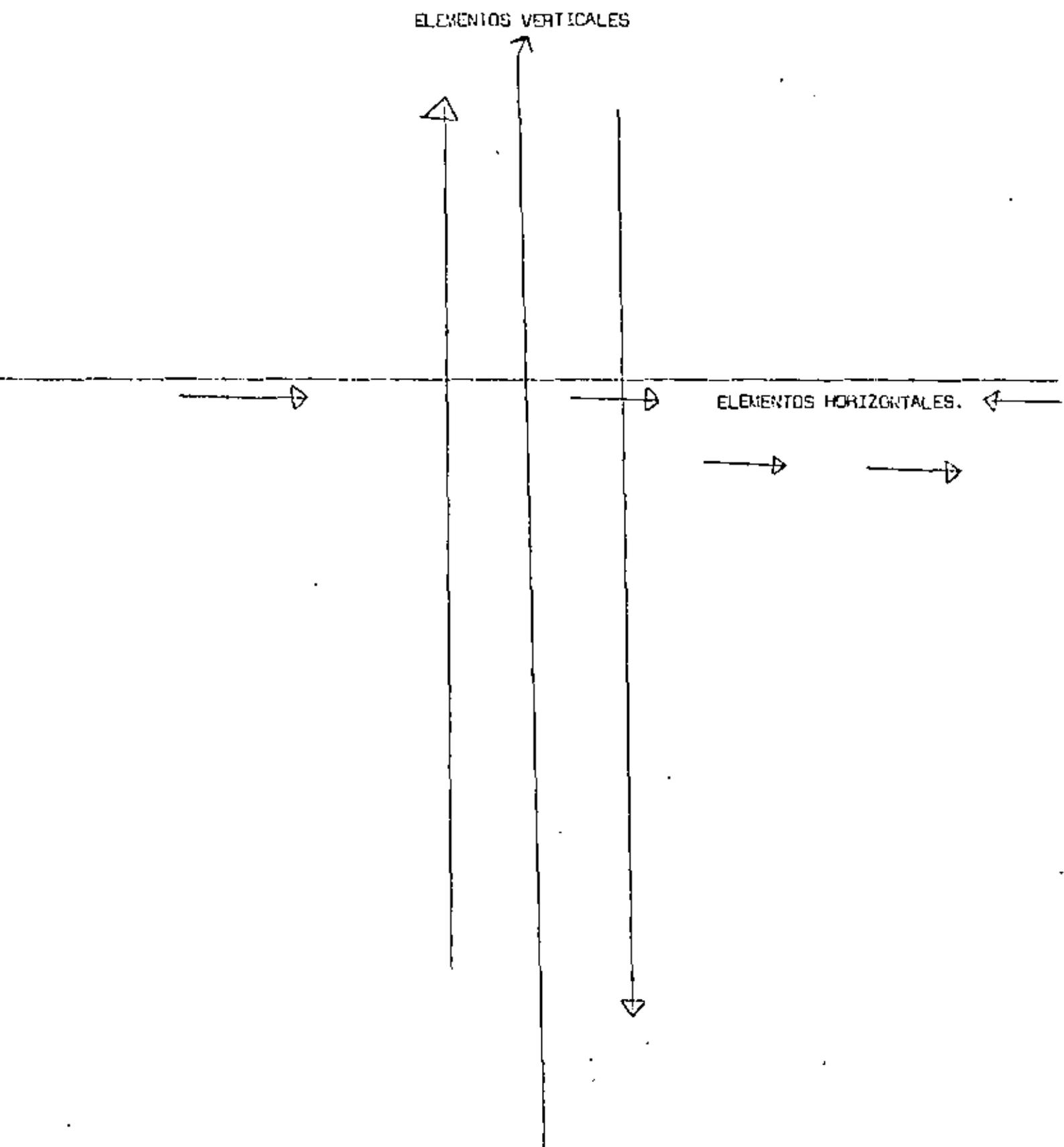
- MANTENIMIENTO DE LIMPIEZA

VS.

- ACCIONES CORRECTIVAS.

"VENTAJAS/DESVENTAJAS"

3.- ELEMENTOS HORIZONTALES Y VERTICALES EN LA LIMPIEZA Y FRECUENCIAS DE LIMPIEZA. MANTENIMIENTO VS. LIMPIEZA PROFUNDA:



DESARROLLO DEL TEMARIO.

1.- MANTENIMIENTO DE LIMPIEZA. CONCEPTO - ALCANCE.

En principio, el concepto de Limpieza es objetivo ó imperativo.

Lo anterior antepone que las cosas ó están limpias ó sucias. Los niveles intermedios no son aceptables.

En general todo ambiente de trabajo, educativo, administrativo hospitalario, hogar, recreativo, etc. debe estar limpio.

Los objetivos centrales de todo programa de Mantenimiento de Limpieza son:

- Asegurarse que todo elemento Horizontal y Vertical de los inmuebles — estén efectivamente limpios.
- Mantener sostenidamente las areas limpias todo el tiempo.
- Asegurarse de una efectiva supervisión de limpieza y de una cerrada auditoría de limpieza.
- Detectar a tiempo acciones correctivas de obra civil para su ejecución y así evitar el que las areas se deterioren más se usucion.

Los anteriores objetivos deben ser alcanzados en un 100% de no ser así, — entonces se tendrán que implementar programas correctivos los cuales plantean algunos inconvenientes:

- Son urgentes en la mayoría de los casos y por lo mismo a veces ineficientes.
- Los costos son más elevados.
- La mano de obra a veces no está a disposición en cantidad y calidad suficientes.
- Las areas por corregir, después de un servicio a veces no quedan bien.

En conclusión las acciones correctivas no son recomendables.

Los programas de mantenimiento de limpieza pueden ser ejecutados de acuerdo a dos alternativas:

2.- TÍPICOS INMUEBLES SUJETOS A PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO DE LIMPIEZA:

INMUEBLE	ÁREAS BÁSICAS.
2.1 EDIFICIOS DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS.	Todo tipo de pisos, mobiliario, paredes ó tapizadas, vidrios, sanitarios, sala de juntas, escaleras, elevadores, azoteas. Áreas verdes interiores exteriores.
2.2 INDUSTRIAS.	Elementos anteriores más vialidad en plantas de producción, desincrustación de pisos, estructuras, patios, regaderas, gavetas para obreros.. Azoteas, bodegas, enaqueles y áreas en general de estiba.
2.3 UNIDADES HOSPITALARIAS.	Áreas administrativas, zonas de urgencias de recepción de accidentados, enfermos graves, quirófanos, salas de recuperación, hospitalización, pisos paredes, sanitarios, individuales y generales, salas de espera. Acciones de desinfección.
2.4 UNIDADES HABITACIONALES.	Todas las áreas comunales, azoteas, escaleras, andenes, patios, estacionamientos, áreas verdes.
2.5 LABORATORIOS.	Oficinas Administrativas, plantas productivas, zonas estériles, vialidad, almacenes de materia prima y producto terminado.
2.6 HOTELES.	Áreas interiores con énfasis en cocinas, áreas de comedor, drenajes, almacenes.
2.7 INMUEBLES CON ZONAS DE COMPUTO.	Especial atención a pisos falsos, remoción del piso con chupón, aspirado de piso base, lavado profundo de piso y cableado.
2.8 RESTAURANTS.	Pisos, mesas de servicio, cocinas, fachadas.
2.9 ESTACIONES DE TRANSPORTE.	Señal de autobuses, metro, avión, trenes, etc. especial atención a pisos sean de barro, cemento fino, lozeta vitrílica, ó mármol, alfombras, sanitarios y regaderas.

AREAS DE LIMPIEZA.PERIODICIDAD.

17.- Alfombras: Aspirar. Lavar, desmanchar	Diario. Trimestral.
18.- Pisos Lozeta, Mármol, Barro: Trapeado mojado Trapeado Húmedo. Lavado, pulido, encerado, brillo	Según Necesidades. Diario. Semanal.
19.- Sanitarios: Limpiar paredes, tarjas, tazas, mitorios, lavar, desodorizar, recoger pa- peles. Pulir pisos, quitar barro.	Diario. Semanal.
20.- Escaleras: Barrer, limpiar. Pulir escalones.	Diario. Semanal.
21.- Elevadores: Lavar. Pulir.	Diario. Semanal.
22.- Estacionamiento: Barrer, limpiar. Lavar	Diario. Semanal.
23.- Rampas, de estacionamiento: Barrer, limpiar. Lavar.	Diario. Semanal.
24.- Banquetas: Barrer, limpiar. Lavar.	Diario. Semanal.
25.- Terrazas: Barrer, limpiar. Lavar.	Diario. Semanal.

4.- AUDITORIAS DE LIMPIEZA:

Las auditorias de limpieza y/o supervisión cerrada son sinonimos.

Todo programa de Mantenimiento de Limpieza debe estar respaldado por una -
evaluación permanente.

" Asegurarse que los resultados sean conforme "
a lo planeado y de no ser así corregir las
desviaciones = programa de ajustes en corto
plazo.

En todo programa de mantenimiento de limpieza se deben tomar en cuenta los
siguientes principios:

G.- MATERIALES DE LIMPIEZA, JARCIETA, EQUIPOS Y ANDAMIAJE:

En el area de Mantenimiento de Limpieza se cuenta con 4 grandes recursos materiales:

- ° Productos químicos: Removedores, selladores, ceras, shampoo, desincrustantes, desengrasantes, detergentes, jabón líquido, pastillas desodorantes, ambientales, acidos muriaticos, oxalico, aceite para mop, etc.
- ° Abrasivos: Discos negro, verde, canela, fibras, pomex, brasso, cepillos para pisos de cemento, alfombras, parquet, marmol, pulidora de piedras (pesada desbastadora).
- ° Equipos: Aspiradoras, pulidoras, desbastadoras, tanques para lavar - alfombras, bases, limpiadoras, Hidro Jet. (Sistema Sand Blasting), - mangueras de alta presión.
- ° Andamiaje: Escaleras, diversos tamaños, buros, garruchas/columpios, hamacas, plataformas de trabajo de seguridad, torres con y sin ruedas con plataformas de trabajo. Cableado de diversos tipo.



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

JARDINERIA

LILIA VELAZQUEZ ARCOS

AGOSTO, 1983

El Mantenimiento de la Jardinería, es el logro final de una secuencia de trabajos y esfuerzo que se unieron para conseguirlo.

No así cuando el mantenimiento no se ejecuta con los requerimientos necesarios, el trabajo de equipo que se logró para la ejecución de la jardinería se detiene, repercutiendo en pérdida económica básicamente para la Empresa ó persona que ordenó su ejecución.

Ha sido a través de los siglos, que se ha podido constatar por el cuidado de sus jardines, la trayectoria y evolución de los pueblos, como podemos observar a continuación.

EGIPTO.- Que ha dejado la flor de loto como uno de sus máximos símbolos, el nenúfar del que extraían su delicado perfume y así como se puede observar en los bajorrelieves y frescos de sus tumbas, los vestigios de flores como lirios, jazmines y malvones entre otras. Es conocido hasta nuestros días, el papiro egipcio comunmente utilizado en la actualidad para decoración, pero que se utilizó mediante tratamientos especiales como los papiros que utilizaron para su escritura.

BABILONIA.- que podemos decir de los Jardines Colgantes de Babilonia edificados para la reina Semiramis, tenían grandes avenidas, sistema de riego y juegos de agua considerados como una de las " Siete Maravillas del Mundo".

EL EXTREMO-ORIENTE.- El Ikebana, ó jardín japonés, que

nacido de la meditación budista, que representa un -
arbolito enano (bon-sai) roca y agua, tiene un valor-
simbólico y su disposición es en verdad un arte.

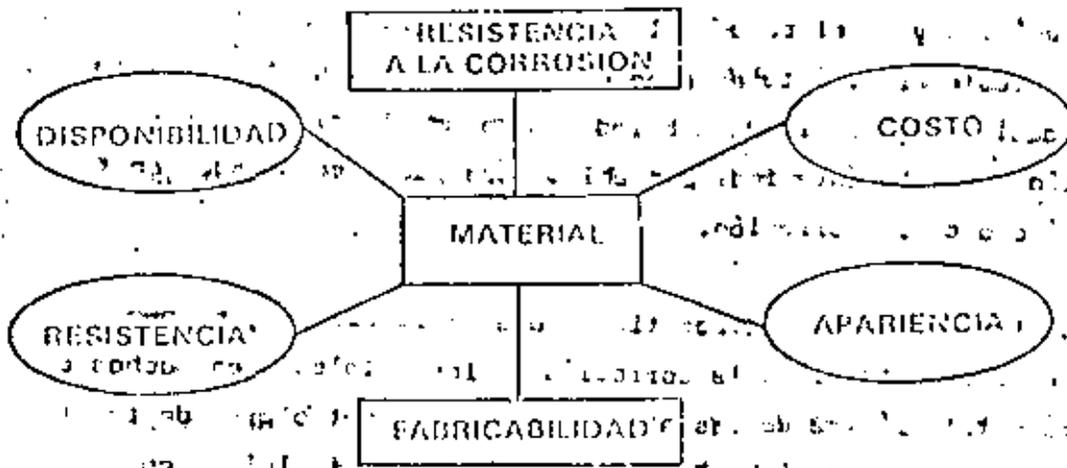
No es más diferente el sentir chino que se represen-
ta en el bambú como longevidad -
el plátano como abundancia -
el pez en el estanque, la inmortalidad.

Sus cerezos, magnolias, ciruelos, rododendros, nos de-
jan un ejemplo de la paciencia y el amor a la natu-

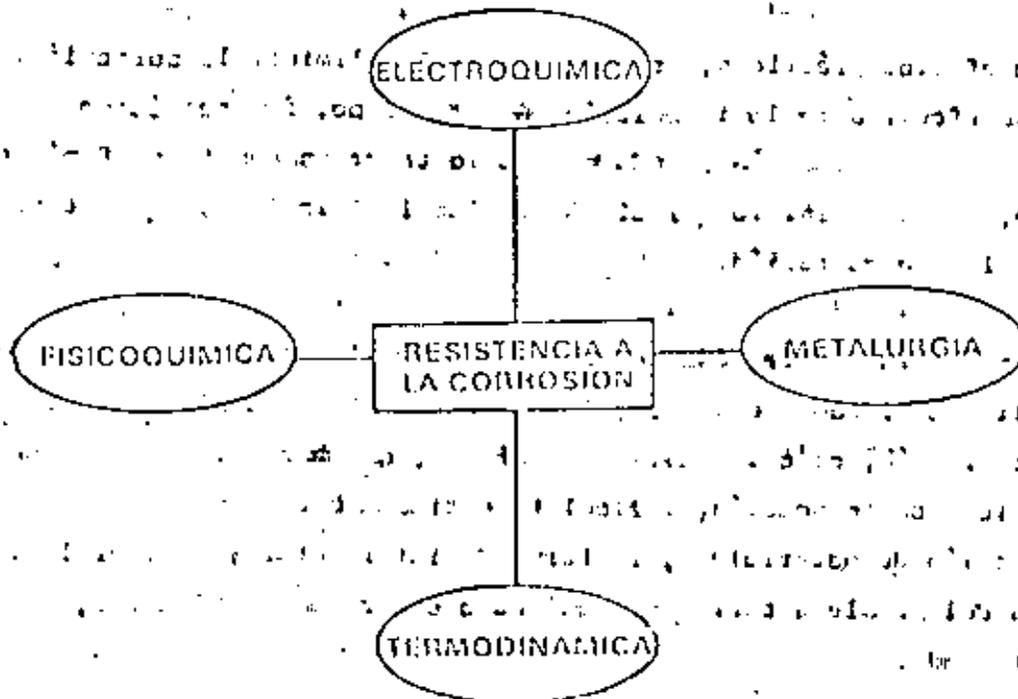
Es en resumen, una reflexión que se nos antoja

NO PODREMOS, TAMBIEN NOSOTROS LEGAR ESTE ARTE?

[Faint, mostly illegible text at the bottom of the page, possibly bleed-through or a second column of text.]



El estudio completo, en forma adecuada, de todo esto, requiere del conocimiento de varios campos, como ya se indicó anteriormente y esto se puede expresar en forma breve, en el diagrama que se presenta a continuación, en donde se puede ver que la termodinámica y la electroquímica son de primordial importancia para comprender, estudiar y controlar este fenómeno.



La corrosión por erosión puede ser evitada por cambios de diseño o por ser selección de materiales más recientes.

La corrosión por cavitación y desgaste (fretting) son formas especiales de la corrosión por erosión. La primera es causada por la formación y colapso de burbujas de vapor en la superficie del metal. Las altas presiones producidas por este colapso pueden disolver el metal, remover las películas protectoras, etc.

La corrosión por desgaste (fretting) ocurre cuando las piezas de metal se deslizan una sobre la otra, causando daño mecánico a una o ambas piezas (Fig. 14.1 e) y el deslizamiento es generalmente un resultado de la vibración.

La corrosión se cree que juega uno de los siguientes papeles: el calor de la fricción oxida el metal y a continuación el óxido se desgasta, o bien, la remoción mecánica de las películas protectoras de óxido, o los productos de la corrosión resultantes, dan como resultado la exposición de superficies limpias del metal al medio agresivo, en tal forma que el fenómeno corrosivo se acelera.

La corrosión por deslizamiento se atenua utilizando materiales de construcción más duros, empleando lubricación o bien incrementando la fricción hasta un punto tal en que el deslizamiento es imposible.

CORROSIÓN POR AGRIETAMIENTO.

Las condiciones ambientales en una grieta, pueden con el tiempo volverse muy diferentes de las existentes en una superficie limpia y abierta, por lo que un medio ambiente muy agresivo puede desarrollarse y causar corrosión en las grietas (Fig. 14.1 f).

Las grietas o hendiduras generalmente se encuentran en los empalmes, traslapes, tornillos, remaches, etc., y también pueden formarse por depósitos de suciedad, productos de la corrosión y raspaduras en las películas de recu-

incrustaciones, defectos o rugosidad.

La corrosión por picadura es un proceso lento que puede llevarse meses y años antes de ser visible, pero que naturalmente, causará fallas inesperadas. El pequeño tamaño de la picadura y las minúsculas cantidades de metal que se disuelven al formarla, hacen que la detección de ésta sea muy difícil en las etapas iniciales.

La limpieza de la superficie y la selección de materiales conocidos, resistentes a la formación de picaduras en un medio ambiente determinada, es generalmente el camino más seguro para evitar este tipo de corrosión.

CORROSION POR EXFOLIACION Y DISOLUCION SELECTIVA.

La corrosión por exfoliación es una corrosión subsuperficial que comienza sobre una superficie limpia, pero que se esparce debajo de ella y difiere de la corrosión por picadura en que el ataque tiene una apariencia laminar.

Capas completas de material son corroídas (fig. 14.1 h) y el ataque es generalmente reconocido por el aspecto escamoso y en ocasiones ampollado de la superficie.

Al final del ataque, una muestra tiene la apariencia de un hazo de tarjetas en el cual algunas de las cartas han sido extraídas. Este mecanismo es bien conocido en las aleaciones de aluminio y se combate utilizando aleaciones y tratamientos térmicos.

La corrosión por disolución selectiva se produce al efectuarse la remoción de uno de los elementos de una aleación siendo el ejemplo más común la eliminación del zinc en aleaciones de cobre-zinc, conocida con el nombre de dezincificación. Este fenómeno corrosivo produce un metal poroso (fig. 14.1 i) que tiene propiedades mecánicas muy pobres y obviamente el remedio a este caso es el empleo de aleaciones que no sean susceptibles a este proceso.

sivo, dará como resultado en algunos casos, la fractura de una aleación metálica. La mayoría de las aleaciones son susceptibles a este ataque, pero afortunadamente el número de combinaciones aleación-corrosivo que causan este problema, son relativamente pocas. Sin embargo, hasta la fecha, este es uno de los problemas metalúrgicos más serios.

Los esfuerzos que causan las fracturas provienen de trabajos en frío, soldadura, tratamientos térmicos, o bien, pueden ser aplicados en forma externa durante la operación del equipo.

Las fracturas pueden seguir caminos intercristalinos o transcristalinos (Fig. 14.1 k) que a menudo presentan una tendencia a la ramificación.

Algunas de las características de la corrosión de fractura por tensión, son las siguientes :

- a) Para que esta corrosión exista, se requiere un esfuerzo de tensión.
- b) Las fracturas se presentan quebradizas en forma macroscópica, mientras que las fallas mecánicas de la misma aleación, en ausencia de un agente corrosivo específico, generalmente presentan ductilidad.
- c) La corrosión por esfuerzos depende de las condiciones metalúrgicas de la aleación.
- d) Algunos medios ambientes específicos, generalmente causan fractura en un aleación dada. El mismo medio ambiente no causa fracturas en otras aleaciones.
- e) La corrosión por esfuerzo puede ocurrir en medios ambientes considerados no agresivos para una aleación dada, por ejemplo la velocidad de corrosión uniforme es baja hasta que se presenta una fractura.
- f) Largos períodos de tiempo, a menudo años, pueden pasar antes de que las fracturas sean visibles, pero entonces al presentarse, se propagan rápidamente con el resultado de una falla inesperada.
- g) La corrosión por esfuerzo, no está completamente entendida en la mayoría de los casos; sin embargo, en la actualidad se dispone de muchos datos para ayudar al ingeniero a evitar este problema.

propagación de las fracturas, una vez que se inician.

De lo indicado anteriormente, se ve la necesidad de reconocer en primer lugar, las diferentes formas en las que se presenta la corrosión para así tomar las medidas pertinentes que permitan establecer los métodos correctivos para estenuarla, los cuales son mejor comprendidos si se conoce la teoría de la corrosión.

QUIMICA Y ELECTROQUIMICA DE LA CORROSION.

La corrosión como una reacción química.- Para poder comprender el fenómeno corrosivo como el resultado de una reacción química, es necesario disponer de algunos principios elementales de química, los cuales se enunciarán brevemente a continuación.

CORROSION EN ACIDOS.

Es de todos conocido que una de las formas de obtener hidrógeno en el laboratorio es colocar un pedazo de zinc metálico dentro de un vaso conteniendo un ácido diluido, tal como el clorhídrico o el sulfúrico.

Al depositarse el zinc en la solución ácida, el zinc se ataca rápidamente desprendiéndose el hidrógeno, tal y como se indica en las reacciones 1 y 2.



Otros metales también son corroídos o disueltos por medio de ácidos liberando hidrógeno.



CORROSION EN OTROS SISTEMAS.

Los metales también pueden ser atacados en soluciones que no contengan oxígeno u ácidos. Las soluciones típicas para este proceso son aquellas soluciones denominadas oxidantes que contienen sales férricas y compuestos cúpricos en lo que la corrosión se presenta de acuerdo con las siguientes reacciones :



Es pertinente notar que en la reacción 9, el cloruro férrico cambia a cloruro ferroso, a medida que el zinc se corroe. En la reacción 10, el zinc reacciona con el sulfato de cobre para formar la sal soluble de sulfato de zinc obteniéndose además, un depósito esponjoso de cobre metálico sobre la superficie del zinc. Por esta razón, las reacciones similares a esta, reciben el nombre de reacciones de sustitución metálica.

PRODUCTOS DE CORROSION.

El término productos de la corrosión se refiere a las sustancias obtenidas durante las reacciones de corrosión y estas pueden ser solubles como en el caso del cloruro de zinc y del sulfato de zinc o insolubles como en el caso del óxido de hierro o hidróxido de hierro.

La presencia de los productos de la corrosión, es una de las formas por las cuales se detecta ésta, por ejemplo, el óxido. Sin embargo, es conveniente notar que los productos insolubles de la corrosión, no siempre son visibles, por ejemplo al exponer una pieza del aluminio al aire, se forma una película de óxido casi invisible porque es extraordinariamente delgada. Siendo esta, la razón del uso extensivo del aluminio de la construcción de ventanas, cancelas y molduras automotrices.

ducidas a gas hidrógeno disminuyendo su valencia.

Por lo anterior, la reacción 12, puede ser simplificada aún más, al dividirla en una reacción de oxidación y una reacción de reducción.



Oxidación (reacción anódica)



Reducción (reacción catódica)

cuya suma nos da :



Una reacción de oxidación tal como la ecuación 13, significa un incremento en el estado de oxidación o valencia con producción de electrones y en forma similar, la reacción de reducción, representa una disminución en el estado de oxidación o valencia y el consumo de electrones, tal y como se ve en la ecuación 14.

La suma de las reacciones 13 y 14 nos dan la reacción total (reacción No. 12).

En términos de corrosión, una reacción de oxidación, recibe el nombre de reacción anódica, mientras que a la reacción de reducción se le denomina reacción catódica.

Todo proceso de corrosión necesita por lo menos una reacción de oxidación y una reacción de reducción, por lo que podemos resumir que las reacciones de la corrosión son electroquímicas en naturaleza y debido a esto es po-

De acuerdo con estas reacciones, la reacción anódica se puede presentar en forma general como sigue :



es decir, la corrosión del metal Me da por resultado su oxidación para formar iones con valencia y la liberación de n electrones.

El valor de n depende de la naturaleza del metal, así por ejemplo, la plata es monovalente mientras que otros metales como el hierro, titanio y uranio son polivalentes y algunos pueden tener cargas positivas tan elevadas - - como 5. La ecuación 20, es entonces general y se aplica a todas las reacciones de corrosión.

REACCIONES CÁTODICAS.

Hay varias reacciones catódicas que se encuentran durante la corrosión de los metales, tales como las que se enlistan a continuación :

Desprendimiento de hidrógeno.



Reducción de oxígeno (en soluciones ácidas)



Reducción de oxígeno (en soluciones neutras o alcalinas)



Reducción de iones metálicos



Depósito de metal



Al considerar la corrosión del zinc en una solución de ácido clorhídrico conteniendo oxígeno disuelto, (Fig. 1), hay la posibilidad de dos reacciones catódicas; el desprendimiento del hidrógeno y la reducción del oxígeno por lo que la velocidad de corrosión del zinc se incrementa. Lo anterior indica que las soluciones ácidas conteniendo oxígeno disuelto o expuestas al aire, son generalmente más corrosivas que los ácidos exentos de oxígeno y como conclusión puede establecerse que la remoción del oxígeno de las soluciones ácidas las hace menos corrosivas. Este es un método común para reducir la velocidad de muchos medios ambientes en los que la remoción del oxígeno puede hacerse por medios químicos o mecánicos.

La polarización por concentración se refiere a las reacciones electroquímicas que pueden controlarse por la difusión en el electrolito, como se ilustra el siguiente esquema en que se presenta el desprendimiento del gas hidrógeno.

concentración es pequeña y se desprecia durante la disolución de los metales y solo tendrá importancia cuando tienen lugar las reacciones de reducción.

Es muy importante distinguir cual de estos tipos de polarización está controlando la reacción de reducción puesto que entonces se pueden variar las condiciones ambientales para producir efectos diferentes, por ejemplo, cualquier cambio en el sistema que incrementa la velocidad de difusión, disminuirá la polarización por concentración y provocará un incremento en la velocidad de reacción, es decir, el aumento de velocidad de corrosión solamente si el proceso catódico puede ser controlado por la polarización por concentración. Si por otra parte, las reacciones catódicas y anódicas están controladas por la polarización por activación, la agitación no tendrá influencia en la velocidad de corrosión.

CORROSION DE LOS PLASTICOS Y ELASTOMEROS.

Los materiales poliméricos, conocidos como plásticos y elastómeros, se corroen por procesos muy diferentes de aquéllos asociados con la corrosión metálica.

La degradación o corrosión de los plásticos y elastómeros, es de carácter fisicoquímico en vez del proceso electroquímico responsable de la corrosión metálica. Los materiales poliméricos, son atacados y degradados por :

- 1.- Hinchazón.
- 2.- Disolución.
- 3.- Ruptura de ligaduras debidas a :
 - a) Reacción química, como por ejemplo, oxidación.
 - b) Calor.
 - c) Radiación, como por ejemplo, la luz solar.

Estas reacciones pueden ocurrir en forma simple o combinadas. La hinchazón y disolución, con o sin, rompimiento de las ligaduras químicas, son las causas principales de ataque durante la exposición. Este proceso es muy

disolución. Todas o algunas de estas capas, pueden ser observadas en forma más o menos fácil durante el ataque líquido de los polímeros.

Las propiedades mecánicas de la superficie sólida se alteran y en algunos casos hay fractura de las capas del sólido hinchado, que son debidas a esfuerzos internos.

Considerando los mecanismos de la corrosión o destrucción de los polímeros, es manifiesto que las mediciones de pérdida de peso no pueden ser utilizadas para evaluar el ataque o destrucción del polímero. De hecho, es difícil expresar la magnitud y naturaleza del ataque por cualquier método de los ya establecidos para la medición de la velocidad en la corrosión en los metales.

En caso de necesitarse una información más específica, se recomienda consultar a los diferentes fabricantes de polímeros y elastómeros; sin embargo, la Enciclopedia Moderna de Plásticos, (Modern Plastic Encyclopedia), publicada anualmente por Editores Mc Graw Hill, constituye una excelente fuente de información para la obtención de información de datos de ingeniería y de la información más actualizada de resistencia a la corrosión de estos materiales.

PROTECCION CONTRA LA CORRUSION.

Habiéndose establecido en forma breve la teoría de la corrosión, ya es posible plantear los conceptos básicos para atenuar y controlar el fenómeno de la corrosión.

1.- Medio Ambiente.- Tomando en cuenta que el fenómeno o proceso corrosivo, es causado por el medio ambiente, salta a la vista, que la forma más eficiente de poder atenuar y controlar la corrosión, es modificar el medio ambiente. Sin embargo, modificar el medio ambiente implicaría en algunos casos que el proceso que se trata de realizar, como por ejemplo una reacción de sulfonación, no se puede llevar a cabo, por lo

nas anódicas y zonas catódicas, en una sola estructura que funciona catódicamente mediante la formación de una pila electroquímica y la formación de la pila, puede ser: espontánea ó producida artificialmente.

La pila electroquímica se forma espontáneamente cuando la estructura por proteger, que tiene zonas anódicas y catódicas, se une mediante un conductor metálico a piezas de metales más activos como el zinc, aluminio o magnesio, piezas que funcionan como ánodos y a las que se les denomina ánodos galvánicos, completándose la pila electroquímica con el terreno o agua en que se coloca toda la estructura metálica por proteger, diciéndose en este caso, que ésta se encuentra bajo control por protección catódica con ánodos galvánicos.

La pila producida artificialmente se hace utilizando una fuente de energía eléctrica externa, como por ejemplo: un acumulador o un rectificador de corriente, que convierte la corriente alterna en corriente directa.

La pila inducida se completa conectando con alambre de cobre el polo negativo de los dispositivos indicados a la estructura que se quiere proteger y el polo positivo a los ánodos fabricados con grafito ó aleaciones tales como el Duriron que es hierro con 14-15% de silicio, piezas que reciben la denominación de ánodos inertes.

Como en el caso de la protección catódica con ánodos galvánicos, el electrolito de la pila lo constituye el terreno o agua en el que se encuentra la estructura por proteger y los ánodos inertes y en este caso el sistema recibe el nombre de protección catódica por corriente impresa.

4. Barreras Aislantes del Medio Ambiente.- Cuando en cuenta que el fenómeno de la corrosión es provocado por la influencia del medio ambiente otra forma de evitar este fenómeno será colocado una barrera que impida el contacto del material metálico con el medio ambiente, con lo cual, naturalmente, se evitará el proceso corrosivo.

Todos los metales y aleaciones antes mencionadas, se corroen bajo diferentes condiciones y así se puede observar el fenómeno de la corrosión en situaciones tan variadas como debajo de un automóvil, en donde se pueden notar diferentes grados de corrosión. Más aún, los topes y defensas brillantes cuando surven, con el paso del tiempo presentan picaduras o incluso ataques más severos.

Si por otra parte se observan las tuberías de agua de una casa vieja, particularmente si estas son de acero o acero galvanizado, se puede notar el fenómeno de la corrosión en toda la tubería, pero más acentuada, en las uniones donde se conectan a válvulas de latón o bronce.

Los utensilios de cocina, con el paso del tiempo sufren el fenómeno de la corrosión así como también los techos, utensilios y piezas fabricadas de cobre, que con el paso del tiempo desarrollan una capa de color verde a la cual frecuentemente se le llama patina, que es un producto de la corrosión y además retarda la corrosión posterior.

En la industria petrolera y química se tienen numerosos problemas de corrosión, que son exclusivos de sus operaciones y que obligan a que estas compañías, mantengan un grupo de personas especializadas para controlar el fenómeno de la corrosión y mantener sus plantas en operación libres de problemas por interrupciones atribuibles a partes corroidas. Lo mismo se puede decir de los metales expuestos al agua de mar, que pueden corroerse fuertemente.

Sería prolijo tratar de exponer y clasificar los medios ambientes que producen corrosión, puesto que, cada medio ambiente produce con cada material un diferente problema de corrosión y se puede establecer como conclusión que algunos también son más corrosivos que otros. Hay algunas excepciones pero generalmente se acepta como un hecho que :

- a) El aire húmedo es más corrosivo que el aire seco.
- b) El aire caliente es más corrosivo que el aire frío.
- c) El agua caliente es más corrosiva que el agua fría.
- d) El aire contaminado es más corrosivo que el aire puro.

B I B L I O G R A F I A

Fontana, M.G. y Greene N.D.

Corrosión Engineering

Mc Graw Hill Book Co. 1978

Harper C.A. Editor .

Hand Book of Plastics and Elastomers

Mc Graw Hill Book Co. 1975

Henthorne M.

Chemical Engineering Refresher

Part I Fundamentals of Corrosion

Chemical Engineering. May 17 1971.

Nace, Basic Corrosion Course

National Association of Corrosion Engineers 1970

Rizzo, F.E.

NECE, Course No. 2

Corrosion Prevention by Cathodic Protection

National Association of Corrosion Engineers 1976.

En el ejercicio libre de su profesión trabaja como Director de Investigación y Desarrollo, de la Empresa Polvos Metálicos Mexicanos, S.A. de la cual es socio.

Pertenece a las Asociaciones : Asociación de Ingenieros Petroleros Mexicanos (AIPM), Asociación Mexicana de Ingenieros en Galvanotecnia (AMIG), Asociación Mexicana de Ingenieros en Corrosión (AMIC), Sociedad Electroquímica Mexicana (SEM), National Association of Corrosion Engineer. (NACE)



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

PINTURA

ING. RUBÉN AVILA ESPINOSA

AGOSTO, 1983

8. PINTURA

ING. RUBEN AVILA E.

MANTENIMIENTO DE ACABADOS Y RECUBRIMIENTOS

Los acabados y recubrimientos (A y R) forman parte del proyecto de los edificios y del diseño de equipos, partes, etc.

Todo lo que a continuación se discute es aplicable a edificios, áreas, equipos, partes, etc, pero para facilidad de exposición, se enfoca al aspecto de edificios.

Los acabados y recubrimientos que aparecen en los planos del proyecto, deben ser los que se pusieron en la realidad. Si esto no es así, es necesario, como ya se dijo, actualizar los planos.

Desde luego que los proyectos no lleven todos los detalles de los recubrimientos, muchos de los cuales fueron puestos a criterio del contratista constructor. Ahora bien, el Jefe del Departamento de Mantenimiento de edificios debe formular desde un principio, un programa de mantenimiento a los A y R, en base a su experiencia, estudios y recomendaciones del constructor ó fabricante de los recubrimientos.

riendo modificaciones que redunden en mejores y más económicos acabados. Lo anterior se dice brevemente, pero implica conocimientos de puntos tales como: vida útil, precios, amortización, estética, creatividad, moda, mantenabilidad propiedades físico-mecánicas-químicas de los materiales, análisis de modo, -- criticidad y efecto de falla, etc.

Considero que un análisis serio de cada caso importante, mostrará que casi -- siempre es posible mejorar las propiedades del proyecto original, ya que por ejemplo, los costos de los materiales y mano de obra, sobretodo actualmente son sumamente variables y lo que era económico hace medio año ahora ya es muy -- costoso. Otro factor muy cambiante es la moda, misma que requeriría de un estudio aparte, ya que es una consecuencia sociológica del tiempo y del espacio.

Además de todo lo anterior, obviamente tenemos el hecho de que el ingeniero - en mantenimiento debe ser un conocedor de la "ingeniería de fiabilidad y mantenabilidad"* lo que se debe traducir directamente a economía.

* Recordemos que Ingeniería de Fiabilidad abarca la Calidad, mantenabilidad, disponibilidad, seguridad, servicio, análisis de falla, metrología; todo - esto en su enfoque técnico económico.

Resumiendo lo anterior, considero que: el ingeniero de mantenimiento debe asumir la responsabilidad de diseñar diferentes acabados y recubrimientos, etc. para mejorar los originalmente proyectados.

Por ejemplo: Un arquitecto puede decir para un piso

Acabado base: losa de concreto de f'c 300 kg/cm

Acabado intermedio: firme de cemento con endurecedor

Acabado final: escabillado

Otro ejemplo:

Acabado base: Lámina antiderrapante

Acabado intermedio: primero a base de

Acabado final: Pintura epóxica.

ING. R. AVILA E.

2.- RECUBRIMIENTOS METALICOS

Caería fuera del alcance de esta presentación, el siquiera mencionar las intenciones principales que se persiguen con los diferentes recubrimientos metálicos, los cuales, como su nombre lo indica, son capas que se aplican, sobre otros metales, o bien sobre plásticos ó materiales sílicos. Mencionaremos solo el nombre de los más usuales:

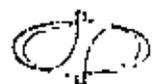
Zincado, cromatizado, cromado, cobrizado, plomizado, cadmizado, fosfatado, pavonado, anodizado, niquelado, estañado, "tropicalizado", "bonderizado".

3.- RECUBRIMIENTOS NO METALICOS

Mencionaremos los más usuales sobre materiales industriales:

- Pinturas
- Esmaltes
- Primarios
- Lacas
- Barnices
- Cera
- Resinas
- Aceites
- Esquemas polímeros (polietileno, poliuretano, poliestireno).
- Plásticos y hules

ING. R. AVILA E.



4.- PINTURAS

El recubrimiento por pintura es probablemente el de mayor difusión en la industria de la construcción. Las pinturas más usuales son:

Vinílicas, epóxicas, acrílicas, elastoméricas, alídalicas, abuladas y plásticas, neopreno.

Esencialmente una pintura está formada por un pigmento y un vehículo, este último está formado por aceites, plastificantes, secadores, aditivos, cargas solventes, diluyentes.

Las pinturas cubren usualmente una doble función, la primera es protección anticorrosiva y la segunda es la de colorear.

Siendo la pintura el más usual de los recubrimientos, puede uno imaginarse la gran cantidad de "tipos" de pintura que hay normalmente se le denomina tanto por un tipo químico, como por el ambiente ó condiciones en los que van a trabajar, por ejemplo:

- a) Exteriores ó interiores.
- b) Ambientes seco (humedad relativa menor a 60%), humedo, humedo salino.
- c) Exposición a vapor de agua, gases del azufre, agua salada, agua cruda, agua potable, destilados tratados, destilados sin tratar, petróleo crudo turbosina, gasolinas.

R. AVILA E.

- c) Rozado
- d) Resistencia a niebla salina
- e) Resistencia a sus condiciones ó fluidos especiales (por ejemplo: agua, gasolina, vapores, gases, etc.).
- f) Flexibilidad
- g) Dureza
- h) Deterioro bajo luz solar ó especial

Pruebas de apariencia. Incluyendo tolerancias.

- a) Color (contra muestras, en escalas munsel, LAB, XYZ, etc., etc.).
- b) Brillo

NOTA: Basta como ejemplo el decir que por ejemplo una pintura automotriz lleva de unos cinco a siete pasos de limpieza, unos tres substratos base, dos primarios y varias manos de esmalte, además de un posible barniz transparente. Estas pinturas pueden llevar unas -- cuarenta ó cincuenta pruebas diferentes.



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

MANTENIMIENTO CIVIL

ING. JORGE DEL OLMO FIGUEROA

AGOSTO, 1983

11. MANTENIMIENTO CIVIL

Este quedará descrito como los pasos y cuidados necesarios para preservar y tener las obras civiles ya terminadas en perfecto estado de funcionamiento.

Vamos a dividir éstos en:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento de apariencias
- Mantenimiento en caso de falla constructiva

a) El mantenimiento preventivo está fincado en una serie de indicadores que van a puntualizar tiempos de duración de tuberías (hidráulicas y sanitarias, de gas, de combustibles).

Garantías de depósitos de gas, de impermeabilizantes, de bombas para agua, de pinturas, etc. etc.

Tiempos de realizar cambios o revisiones sin que se sufra molestias el personal que ocupa ciertas áreas, locales o edificios, calles o zonas.

b) Mantenimiento de apariencias.

Este aspecto, sin ser el más importante, es el que da la impresión de limpieza, pulcritud, y hace ver las áreas agradables y de buen gusto, digamos que es el aspecto ambiental del mantenimiento. Este se va logrando periódicamente, se tiene que ir renovando y modernizando (tenemos por ejemplo un edificio construido hace 20 ó 30 años, si no ha tenido el mantenimiento adecuado veremos una verdadera ruina, pero de lo contrario, si el mantenimiento ha sido adecuado, se verá como una bonita antigüedad con los aspectos arquitectónicos de la época, una verdadera obra de arte).

Al igual que un edificio de una arquitectura no definida se puede modernizar y lograr una buena apariencia para no dejar envejecer el inmueble.

El cubrir, es poner una capa de material no totalmente adherido a la superficie para no permitir la impregnación, saturación y paso del agua.

Hay muchos productos para realizar este trabajo pero por lo general son delicados pues si se maltratan se tiene el riesgo de que se rompa y pase agua, no dejándola salir ni escurrir y ésta se filtrará tarde o temprano.

El repelente o impermeabilizante.

Este es uno de los mejores sistemas ya que al adherir a la superficie a impermeabilizar, un producto que no permita el paso del agua hace a la superficie protegida también impermeable y repelente al agua y humedad.

Ahora, los sistemas para impermeabilizar también necesitan la garantía, facilidad y costo del producto. El más conocido es el impermeabilizante en caliente (chapopote), el cual tiene la única ventaja de ser barato pero como siempre lo barato sale caro, pues es muy peligroso el manejarlo ya que tiene que estar a muy alta temperatura para hacerse manejable, por lo tanto es necesario el tener un quemador y un tambo para disolverlo, luego hay que transportarlo hirviendo al lugar donde se aplicará, a riesgo de que un resbalón provoque un accidente de consecuencias muy dolorosas.

Por otro lado, la superficie deberá estar limpia, perfectamente seca, porque algo de humedad produce vapor y despega la capa inmediatamente. Ahora, si se calienta más de lo debido (300°), pierde todas sus propiedades plásticas y elásticas, quedando al enfriarse cristalizado y expuesto a los cambios de temperatura, agrietándose y acodrilándose, quedando así desprotegida la superficie. Luego tenemos que al colocarse, si está caliente lógico que tenga su máxima expansión, al enfriarse se contraerá, dejando débil las zonas de poca adherencia.

Otro producto es el impermeabilizante en frío, el cual no será tan económico como el anterior, pues necesita un procesamiento adecuado ya que tiene incorporado a su estructura molecular, cargas de sólidos minerales, preservativos químicos antioxidantes y emulsificantes, pero es efectivo y su rango económico es inmejorable; sobre todo en esta época que los productos importados están tan prohibitivos.

IMPORTANCIA INTRINSECA VS. PRIMER IMAGEN
ARQ. EUGENIA ANDRADE S.

Cuando se domina el área es fácil detectar alguna falla de proyecto en cualquier tipo de instalaciones y se puede jerarquizar el tipo de mantenimiento a seguir o cambiar. Modificar o alterar lo existente en beneficio del servicio y así resolver el problema por cambio definitivo o programación adecuada del mantenimiento.

Lo importante es concluir el problema y que permanezca la imagen y el servicio óptimo.

Se debe contar con planos actualizados de todas las instalaciones -- existentes y proyectadas a futuro, para el poder darles mantenimiento.

integración el paisaje urbano y natural.

- b) Análisis arquitectónico, propiamente dicho, es decir, la concepción espacial, de la manera de sentir y vivir los espacios interiores.
- c) Análisis volumétrico, es decir, estudios de la capa de muros que contienen el espacio.
- d) Análisis de los elementos decorativos, es decir, la estructura y de la pintura aplicada a la arquitectura y en especial a sus volúmenes.
- e) Análisis de la escala, es decir, de las relaciones dimensionales del edificio respecto al parámetro humano.

Lo anterior se ve relacionado con el mantenimiento de la siguiente manera:

- La importancia intrínseca del espacio arquitectónico está basado en el aspecto visual, su atractivo, elegancia, amplitud, comodidad, texturas, acabados, etc. La primera imagen impresiona fuertemente a las gentes y es de gran ayuda cuando ese es el objetivo que se quiere cubrir.

MANTENIMIENTO DE RECUBRIMIENTOS
ARQ. EUGENIA ANDRADE S.

Los acabados y recubrimientos son elementos que se encuentran al alcance no solo visual sino físico del cliente, por lo tanto es de lo más expuesto al deterioro y a devaluar la imagen del servicio, por lo consiguiente se le debe dar una gran importancia y supervisión constante.

En cuanto a acabados, se debe contar con un muestrario y la química para productos con necesidad de colores, a fin de no cambiar tonalidades en el momento que se requiera el efectuar el mantenimiento, en el área de pinturas, barnices, etc. y si es posible tramos de tapices, alfombras, cortinas, etc., a fin de que no se noten como parches.

Es deseable no tener elementos que los clientes los puedan afectar fácilmente, deben tener la suficiente dureza y resistencia para no ser susceptibles a un mal uso y servicio constante de mantenimiento. Esto abarca el procurar las áreas de tránsito, separar los muros del alcance de los brazos de los clientes o disponer materiales resistentes de fácil mantenimiento.

filtraciones acaban con cualquier acabado, lo manchan, lo desprenden, lo llenan de moho, además de darnos la molestia de algún goteo ó chorreo, por lo general en el momento más inoportuno. Por lo tanto es de vital importancia -- elegir, el mejor impermeabilizante, el más adecuado y con la más amplia garantía.

Jamás un impermeabilizante en caliente es recomendable, porque es, solamente un asfalto sólido que al derretirse por la acción del calor perderá todas -- y cada una de sus propiedades plásticas y al enfriarse se cristalizará y -- nuevamente será sólido, no permitirá expansiones se "acocodrilará" en un -- tiempo muy reducido desprendiéndose de la superficie que pretendía impermeabilizar, permitiendo el paso del agua por las grietas que se formen.

Tampoco un impermeabilizante de capa delgada, aunque tenga elasticidad, no tiene resistencia a los rayos ultravioletas y al poco tiempo se adelgaza -- tanto que pierde por completo sus propiedades.

Es recomendable entre los mejores los de emulsión asfáltica con cargas de -- sólidos minerales que tienen una gran duración que en capas de refuerzo como por ejemplo fibra de vidrio ó fibras de poliéster, y aún más con polietileno forman una protección de gran elasticidad. Tienen gran adherencia -- ya que es una pasta cremosa, que penetra en todas las zonas, nunca se solidifica ni pierde su elasticidad, son de gran duración y todavía se puede lograr una mayor protección acabándose con granode marmol y pasta de pintura

PINTURAS Y BARNICES PARA PISOS, MUROS Y PLAFONES.
ING. JORGE DEL OLMO.

Su aplicación, mantenimiento, y usos.

Las pinturas se agrupan usualmente según el lugar donde se van a aplicar:

- a) Exteriores
- b) Interiores
- c) Con exposición a humedad
- d) Con exposición a calor
- e) Para pisos

a) En exteriores. (Pinturas vinílicas, acrílicas, latex, époxicas)

De acuerdo a la experiencia la frecuencia promedio para repintar es:

- Vinílicas.- repintar cada año
- Acrílicas.- repintar cada año
- Latex.- repintar cada cuatro años
- Epoxico.- repintar cada cinco años

Tener en cuenta que en las pinturas de color para efecto de resanes ó reloques, el color cambia mucho por efectos de la luz y sol.

b) En interiores

Las pinturas en interiores hasta cierto punto nos dan pocos problemas. -

pues esto nos facilita a tener una reserva de pintura para poder repintar periódicamente cada cuarto, cada pasillo, sin cambio de colores ó pinturas, que de producción a producción cambia de tono y color.

c) Pinturas expuestas a humedad.

Quizás sean estas las más delicadas, pues la falta de mantenimiento de estas nos haran reparar no solo la pintura sino toda la superficie en que está aplicada como aplanados y yesos.

Es necesario estar limpiando constantemente dichas pinturas y revisando que no tengan fisuras que puedan dañar la base de ellas, es recomendable usar pinturas epoxicas ó plásticos líquidos que son de gran duración y fácilmente se pueden limpiar y mantener en buen estado, en las áreas que se recomiendan son por ejemplo en zona de regaderas, baños de vapor, cerca de jardineras, fuentes, acuarios y albercas.

e) Para pisos

En la industrial hotelera muchas ocasiones se necesitan pintar o barnizar pisos de pasillos. Para esto no hay mejor que las pinturas epóxicas con protección de un barniz plástico transparente, llamado glasse.

Este último se le da un mantenimiento periódico en las zonas de más desgaste, la cual nos mantiene en buenas condiciones y apariencia nueva nue

MANTENIMIENTO DE PINTURAS EXTERIORES EN ZONAS URBANAS.

Es recomendable para poder repintar una fachada de un hotel en una zona donde tengamos un fuerte porcentaje de polución ó smog: lavar primero con detergente con solución de amoníaco la superficie a repintar, para remover la grasa, carbón, negro de humo que está adherida a la pintura antigua formando una capa en la que nunca tendrá penetración la nueva pintura, desprendiéndose en un mínimo tiempo.

Esto es también útil para interiores de mucha concentración humana (como lobby, sala de conferencias, centros nocturnos, etc.). Aunque no es necesario el lavar tan exhaustivamente como en el caso anterior.

Por otra parte, no hay que dejar que se acumule más de cinco capas de pintura ya que se nos presentará el caso de acostumamiento y reacción de las pinturas entre sí descascarando a estas y dando un mal aspecto. Es necesario que a la cuarta capa se lije ó remueva la pintura, se resane y se prepare la superficie como para primera la aplicación.

BARNIZ.

En los acabados de barniz actualmente contamos con una variedad extensa en la cual la selección de estas amerita un tiempo considerable. Pero para su mantenimiento tenemos que cuidar los siguientes aspectos:

lavado suave con esponja húmeda y un poquito de jabón suave, secando y frotando de inmediato. Tenemos también lacas en forma de spray ó con aplicación de brocha de serda muy fina las cuales nos ayudan a dar un mayor brillo a la superficie barnizada.

También podemos aplicar con una muñeca alcohol como removedor pero frotando constantemente para que se disuelva momentaneamente la capa de barniz y esta misma, se reaplique en forma homogénea y brillante. Para muebles delicados como son los pianos y algunos otros en los cuales el método de barnizado fué el laqueado, es conveniente el tener personal especializado ó contratar a este, pues una mala aplicación de laca ó barniz puede deteriorar totalmente la pieza, las cuales por lo general son bastante valiosas y saldrá mucho más caro la reparación adecuada.



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN INSTALACIONES
MECANICAS

AGOSTO, 1983

SESION

13. PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN INSTALACIONES
MECANICAS

- ¿ QUIEN FUE EL CULPABLE DEL PROBLEMA ?
- DETECCIÓN Y DOCUMENTACION DE FALLAS
- NOTAS SOBRE TORNILLERIA
- APUNTES SUELTOS SOBRE TORNILLERIA

Los problemas mecánicos que se presentan más comúnmente, tales como rotura o desarmado, tienen como causas más usuales algunas de las siguientes:

- 1. Desgaste.- Usualmente existe un "desgaste prematuro" originado por condiciones anormales de trabajo, tales como: juego, fricción excesiva, excentricidad, desalineamiento, vibración.
- 2. Fatiga.- Usualmente se encuentra que la pieza o ensamble estuvo sujeta a esfuerzos en diferentes direcciones de aquellas a las que se supone debería de trabajar.

En piezas que fueron diseñadas para esfuerzos dinámicos en más de una dirección, normalmente se encuentra que el tratamiento térmico y/o el mecánico superficial no fueron adecuados.

- 3. Rotura.- Frecuentemente se encuentra que las piezas de acero comercial fueron sometidas a esfuerzos por arriba de su capacidad. Cuando no pasa esto, se encuentra usualmente que tanto en el caso de piezas troqueladas como maquinadas, los radios eran insuficientes, ya sea por diseño, dobléz, maquinado; ésto causó concentración de esfuerzos por arriba de los límites previstos.
- 4.- Desarmado, traqueteo, daños, etc. en ensambles.- La causa más frecuente del problema es el haber dado un par (torque) inadecuado en los pernos.
- 5.- Falla de soldaduras.- Prácticamente sicapre la soldadura se diseña para tener una resistencia por lo menos similar a la de los materiales que une, lo que quiere decir que cuando ésta falla (no el material), hubo una mala práctica en su ejecución.

En caso de soldadura eléctrica, se encuentra que generalmente hubo falta de penetración y como segunda causa usual es el exceso de calor, lo que afectó las propiedades de los materiales

NOTAS INCIDENTALES DEL ING. RUBEN AVILA ESPINOSA, A LOS APUNTES ANTERIORES (DIC. 1982).

Leyendo los apuntes anteriores, podemos darnos cuenta de que la detección de causas de fallas, es en su gran mayoría, un asunto de sencillos conocimientos y experiencia.

Las causas anotadas serían suficientes para explicar más del 90% de los problemas con que se encuentra un Ingeniero de Mantenimiento, en su trato diario con piezas y ensambles que causan trastornos.

Desde luego, todas las causas anotadas caerían dentro de la clasificación de causas asignables, o dicho en forma más simple, que hubiera sido fácilmente eliminadas si se hubiera tenido el mínimo de calidad de trabajo en sus fuentes de origen.

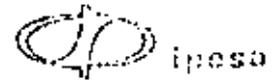
Desafortunadamente, es poco lo que el Ingeniero de Mantenimiento puede hacer por la calidad de los materiales cuando salen de su lugar de fabricación, pero sí es mucho lo que puede y debe hacer al recibir o puesta en operación de ellos.

Para empezar, puede revisar, a su criterio, los puntos débiles que son causantes de los problemas mencionados y hacerse asesorar por profesionales sobre aquéllos que observe sospechosos o que sean críticos por su operación o seguridad.

Desde luego que una excelente fuente de conocimientos será el analizar las causas que llevaron a la falla u operación deficiente, a piezas, materiales y equipos.

Cada vez que ocurra una falla, el hecho debe constituirse en punto de arranque para revisar el estado de partes que pudieran estar en

ING. RUBEN AVILA E.



APUNTES DEL ING. RUBEN AVILA ESPINOSA
(AGOSTO 1981)

NOTAS SOBRE TORNERIA:

Probablemente este sencillo elemento es uno de los más significativos en el desarrollo tecnológico de los últimos siglos, y como se ha comentado, el correcto empuñado de los ensambles ha sido uno de los problemas más importantes en la industria mundial de todos los tiempos.

Fantástica es la suma de dinero que se dedica en toda la industria a la investigación, desarrollo, revisión, corrección y control de los materiales, apriete y comportamiento de los tornillos.

Casi veinte años de experiencia en la industria automotriz, la más importante en el mundo occidental, me han convencido de que la principal causa de quejas se debe a problemas de sujeción y dentro de ellos el más común es el apriete y materiales de la tornería.

Probablemente, más que lubricación, soldaduras, tratamientos térmicos o materiales defectuosos, los equipos tienen problemas mecánicos por sus pernos.

Durante varios años, he insistido, como Catedrático en la Universidad Nacional, que en las carreras de Ingeniería Mecánica, Industrial, o similares, en todas las escuelas técnicas medias y superiores, debería tener por lo menos un seminario dedicado a la tornería.

Es, por lo tanto, una concreta recomendación la que hago a los Ingenieros y Técnicos en el mantenimiento mecánico, en el sentido de que se capaciten en este tan importante e interesante campo.

ALGUNOS APUNTES SUELTOS SOBRE TORNILLERÍA

No existe en nuestro idioma un diccionario que nos defina claramete, ni siquiera los tipos más comunes de sujetadores con rosca, por ejemplo, lo que es un "prisionero", ó un espárrago.

Generalmente le llamamos tornillos a aquellos que tienen cuerda corrida, o que llevan tuerca, o que se usan en madera. Les llamamos pernos a los que llevan una parte de cuerda y otra sin ella, les llamamos birlos a los que están fijos (la tuerca es la que gira), les decimos pijas a los de paso amplio y diámetro que disminuye hacia la punta.

Cuando requerimos que un tornillo no se afloje o no se suelte, podemos recurrir a algunos de los siguientes métodos comunes:

- Barrer, o dañar cuerdas.
- Pasar seguros o chavetas y tuercas de castillo.
- Usar tuercas de seguridad: Diámetro alterado en su forma de paso; uso de material sellador; etc.
- Usar pernos de seguridad; inserto plástico; material sellador.
- Usar contratuercas.
- Llevar roldanas especiales.
- "Sellar" los tornillos con algún compuesto.
- Soldar las cuerdas salientes del tornillo.

La relación entre el par aplicado a un tornillo, y el esfuerzo de tensión al que está sometido, se ve afectada por muchos factores, como son, entre otros: lubricación (tipo y cantidad), acabados de ambas cuerdas, tamaño y forma de las caras que resbalan, limpieza de cuerdas y caras, velocidades a las que se apriete, forma en que se apriete (por ejemplo requintar).

Cuando se aprieta un tornillo común y corriente, alrededor de un 50% del par se pierde en fricción en las caras de la cabeza del tornillo y tuerca, un 40% se pierde en fricción entre las cuerdas y sólo un 10% es el par que se traduce en esfuerzo de tensión en el cuerpo del tornillo.

Todo lo anterior hay que tratarlo con muchas reservas.

Las tablas de rangos de pares recomendados, usualmente producen desde un 30% a un 95% del valor de cedencia del material. El punto medio aproximadamente produce un 40 a un 60% de este valor.

Una recomendación es usar un valor que nos dé el 80% del valor de la cedencia o un 75% de valor de la "carga de prueba" o un 55-65% del valor de la tensión última.

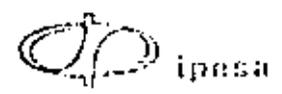
Experimentos controlados han mostrado como promedios de precisiones en el apriete los siguientes valores:

M E T O D O:	PRECISION.	COSTO RELATIVO.
"Sensación" del operario experimentado	+ 35%	1
Llave de par	+ 25%	1 - 1.5
Llave de par, considerando texturas, lubricación y velocidad.	+ 15%	2.5 - 3
Giro controlado	+ 15%	3
Roldanas indicadoras de carga	+ 10%	7
Alargamiento del perno	+ 3-5%	15
Calibradores de deformación	+ 1%	20

más, ya que los productos de origen sajón ya cada vez tienen más --
tornillería métrica, y nosotros seguimos usando la Inglesa, no obs-
tante que México fué uno de los primeros países en el mundo en metri-
ficarse.

Como conclusión de todo lo anterior, manifestamos nuestra preocupa-
ción y deseo de que el personal técnico mecánico se capacite en los
temas relacionados con la tornillería, que no dejan de ser fascinan-
tes y necesarios.

ING. RUBEN AVILA E.





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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

MANTENIMIENTO ELECTRICO

ING. ANDRES D. CHAVEZ SANUDO

AGOSTO, 1983

16.- TEMA : "MANTENIMIENTO ELECTRICO"

ING. ANDRES D. CHAVEZ SAÑUDO

JULIO - 1983

IEEE EN PLANTAS INDUSTRIALES. PORCIENTO DE FALLA EN CADA CASO DE EQUIPO ELECTRICO.

TRANSFORMADORES	INTERRUPTORES	ARRANCADORES DE MOTORES.	MOTORES	GENERADORES	CUCHILLAS DESCONECTADORAS	TABLERO CON BARRAS AISLADAS	TABLERO CON BARRAS DESNUDAS	BUS DUCTO	LINEA AEREA	CABLE DE FUERZA	ESPALMES	TERMINALES DE CABLE.	TITULO O CATEGORIA.
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	RESPONSABILIDAD DE LA FALLA ATRIBUIDA A:
39	23	18	15	19	29	5	9	26	0	16	0	0	1.- Fabricante-componente defectuoso.
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.- Transporte al sitio. Mal manejo.
2	4	51	9	0	6	45	4	16	2	8	0	18	3.- Ingeniería de aplicación. Aplicación impropia.
3	3	0	1	3	4	10	17	5	9	14	50	39	4.- Instalación inadecuada y pruebas antes de puesta en servicio.
11	23	8	17	19	13	35	22	16	30	10	18	22	5.- Mantenimiento inadecuado.
9	6	3	4	3	40	0	0	0	2	3	0	0	6.- Procedimientos inadecuados de operación.
2	5	0	0	0	1	0	22	5	5	4	5	0	7.- Causa externa al equipo. Personal
4	1	0	1	6	0	0	17	0	21	6	2	8	8.- Causa externa. otros.
30	36	19	53	48	8	5	9	32	31	38	25	14	99.- Otras causas.

Datos tomados de un estudio presentado por Douglas S. Sheli-
ga en el "IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS" de Septiem-
bre Octubre de 1981, muestran que de 10,000 casos de falla estu-
diados en sistemas de control y protección de una compañía eléctrica
de E.U., 25 % de ellos pudieron ser evitados totalmente por un pro-
grama de MANTENIMIENTO ELECTRICO PREVENTIVO Y PRUEBAS (MEPP). -
Del otro 75 %, una porción del 10 % correspondieron a fallas en e-
quipos durante su operación y que no era posible saber con anterio-
ridad que fallarían sino hasta ese momento. El 65 % restante pudo
haberse detectado (para ese caso específico de circuitos de con-
trol) a través del diagnóstico de pruebas e inspección.

1.2.- El mantenimiento eléctrico preventivo.

Definición. De acuerdo al IEEE "El Mantenimiento Eléctrico
Preventivo es un sistema de actividades planeadas, tales como ins-
pección, pruebas, limpieza, secado, vigilancia o monitoreo, ajustes
modificaciones correctivas y reparaciones menores, de equipo eléc-
trico, para minimizar o anticipar futuros problemas de operación
o fallas en el equipo.

Diseñar la instalación para realizar el MEPP.

El MEPP debe ser una consideración primaria para cualquier
instalación nueva de equipo eléctrico. Los conceptos de Calidad -
Instalación, Configuración, y Aplicación son prerequisites funda-
mentales para lograr un mantenimiento preventivo satisfactorio. Un
sistema que no tenga una adecuada ingeniería de diseño y construc-
ción no proporcionará un servicio confiable, INDEPENDIENTEMENTE
que tanto o que tan bueno sea el mantenimiento preventivo que se
haga.

Uno de los primeros requerimientos para establecer un programa
de mantenimiento satisfactorio y efectivo es tener equipo de -

Una causa común de falla eléctrica es la acumulación de polvo y suciedad y la presencia de humedad. Esto puede ser bajo la forma de pelusa, polvo químico, acumulación día a día de vapores de aceite y partículas de polvo, etc. Estos depósitos en los aislamientos, combinados con aceite y humedad se vuelven conductores y son responsables de arcos o flamaos. Los depósitos de polvo en los mecanismos causan desgaste o calentamientos y decrecen la vida de los aparatos.

Los aparatos deberían de ser operados en una atmósfera seca para mejores resultados, pero es frecuentemente imposible, así que deben tomarse precauciones para minimizar la entrada de humedad. La condensación de humedad en aparatos eléctricos puede causar oxidación en el cobre o en el aluminio y fallas en las conexiones.

Las conexiones flojas son otras de las causas de las fallas electricas. Las conexiones eléctricas deben de mantenerse apretadas y secas. Las estructuras mecánicas no conductoras y otras partes complementarias tales como los mecanismos deben ser verificados durante el servicio eléctrico, de rutina.

La fricción puede afectar la libertad de movimientos de los dispositivos eléctricos y puede resultar en fallas serias o dificultades al operar el equipo. El polvo en las partes móviles causa lentitud en las operaciones. Verificar la operación mecánica de dispositivos y operar manual o electricamente cualquier dispositivo que raramente opera (interruptores por ejemplo), debe ser una práctica normalizada.

Los procedimientos y las prácticas deben de ser iniciadas para asegurarse que el equipo eléctrico sea mantenido limpio, seco, apretado y con fricciones mínimas por medio de la inspección visual

tan pronto como sea posible. Los análisis de falla juegan un papel importante en un programa de mantenimiento.

3).- Si se usa personal propio, deben seleccionarse en base a su habilidad técnica, facilidad para su entrenamiento, y su actitud. El éxito o el fracaso puede depender del calibre de la gente seleccionada. El grupo, una vez conjuntado, debe recibir una instrucción apropiada y entrenamiento en la operación del equipo y los procedimientos. El entrenamiento no solo mejora su competencia técnica en las labores asignadas, sino también eleva su moral, dándoles un sentimiento de importancia dentro de la organización.

Las técnicas del mantenimiento preventivo deben ser un objetivo primordial en ese entrenamiento. El personal debidamente entrenado y equipado, debe tener un conocimiento muy completo de la operación del equipo. Debe ser capaz de hacer una inspección completa y también realizar reparaciones. Por ejemplo, un entrenamiento especial en el uso de las pruebas dieléctricas de alto potencial en corriente directa o de las pruebas de megger, así como la interpretación de los resultados, debe de completarse.

4).- SEGURIDAD, uno de los más importantes aspectos en el mantenimiento eléctrico, debe ser lo primero en las mentes de cada uno de los asociados con esta actividad. Una de las primeras reglas es siempre trabajar EN PARES Y NUNCA SOLO. Trabajar solo con electricidad es buscar problemas. El sistema de acompañante permite a cada hombre verificar las acciones del otro y llamar la atención sobre cualquier acto inseguro que se vaya a cometer. Si algo sucede a alguno de los dos, el otro estará ahí para cualquier acción que pueda salvar una vida. Aunque no todas las compañías lo

niente contar con una lista de piezas en disponibilidad todo el tiempo. Es clásico el caso del fusible de unos cuantos pesos, que puede causar pérdidas enormes por no contar con él. El valor económico de los stocks forma parte de un estudio concienzudo del MEF.

7).- Cuente con una ADECUADA INGENIERIA. Si ésta no está disponible en casa, contrate los servicios de consultores, los cuales serán especialistas en el ramo y le podrán evitar muchos problemas. Requieren siempre las instalaciones estar bajo la supervisión de un perito responsable.

8).- EQUIPO DE PRUEBA. Dependiendo de la magnitud de la industria o de su importancia, conviene tener un grupo de equipos de prueba tal y como meggers, garrochas faseadoras, medidores de rigidez dieléctrica en aceites, medidores de factor de potencia en aislamientos, multímetros, etc. Como estos equipos son muy costosos, conviene en ocasiones contratar los servicios de un consultor que disponga de los equipos y de la experiencia para diagnosticar con precisión, teniendo así bases para tomar decisiones en si el equipo bajo diagnóstico se reemplaza totalmente, o se rehabilita o se le da mantenimiento menor.

A medida que el intervalo de mantenimiento preventivo se -
alarga, el costo anual del mantenimiento preventivo decrece, pero
la probabilidad de falla aumenta y así el costo de las fallas a-
nuales. La suma de las dos curvas representa los costos anuales.
El intervalo óptimo es el mínimo punto de la curva de costo anual.
A partir del planteamiento matemático de las tres curvas, es posi-
ble encontrar la derivada de la curva de costos totales anuales,
y en consecuencia el costo óptimo menor de ella. Ello requiere -
llevar datos estadísticos de muchos años, y haber contado con --
períodos o intervalos previos de mantenimiento los cuales median-
te este estudio de optimización, serán modificados; por ser de in-
terés se reproduce en estos apuntes el artículo de Douglas J. She-
liga "CALCULATION OF OPTIMUM MAINTENANCE INTERVALS FOR ELECTRICAL
EQUIPMENT", que apareció en el IEEE Transactions on Industry Appli-
cations de Septiembre-Octubre de 1981. Aquí se explica este método.

Enseguida se presenta un flujograma, de lo que podría ser la
organización de un sistema de Mantenimiento Eléctrico Preventivo y
Pruebas.

2.- PRUEBAS A EQUIPO ELECTRICO.

Se presenta a continuación un trabajo que forma parte del curso "Instalaciones Eléctricas Industriales" que se imparte también en esta División. Que pruebas deberán de aplicarse a cada equipo se verá mas adelante, donde se hacen recomendaciones de mantenimiento específicas para cada elemento de la red eléctrica.

I N D I C E .

- I.- INTRODUCCION
- II.- TEORIA Y EQUIPOS DE PRUEBA.
- 2.1.0 PROBADOR DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO
- 2.1.1 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.
- 2.1.2 ABSORCION DIELECTRICA.
- 2.1.3 INDICES DE ABSORCION Y POLARIZACION.
- 2.1.4 FACTORES QUE AFECTAN LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (CONTAMINACION).
- 2.1.5 EFECTO DE LA HUMEDAD.
- 2.1.6 EFECTO DE LA TEMPERATURA.
- 2.1.7 POTENCIAL DE PRUEBA APLICADO.
- 2.1.8 DURACION DEL VOLTAJE APLICADO DE PRUEBA.
- 2.1.9 UTILIZACION DE LA CONEXION DE GUARDA.
- 2.1.10 INSTRUCCIONES PARA UTILIZAR EL MEGGER.
- 2.1.11 METODOS DE MEDICION DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.
- 2.2.0 PROBADOR DE RESISTENCIA DE TIERRA.
- 2.3.0 PROBADOR DE RESISTENCIA DE CONTACTOS "DUCTER".
- 2.4.0 FACTOR DE POTENCIA DE LOS AISLAMIENTOS.
- 2.5.0 RELACION DE TRANSFORMACION.
- 2.6.0 RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE.
- 2.7.0 TIEMPO DE APERTURA Y CIERRE DE INTERRUPTORES.
- III.- GUIA DE APLICACIONES Y PRUEBAS.
- 3.1.0 PRUEBAS A SUBESTACIONES DE DISTRIBUCION.
- 3.2.0 PRUEBAS A CIRCUITOS DE BAJA TENSION.
- 3.3.0 PRUEBAS A EQUIPO ELECTRICO.
- 3.3.1 BATERIAS Y CARGADORES.
- 3.3.2 INTERRUPTORES.
- 3.3.3 TRANSFORMADORES.
- 3.3.4 CABLES DE POTENCIA.
- 3.3.5 CUCHILLAS DESCONECTADORAS.

Pruebas eléctricas de campo a equipos y materiales en instalaciones eléctricas industriales.

1.- INTRODUCCION:

Las pruebas en campo son necesarios en varias etapas de una construcción, o para mantenimiento eléctrico.

Es de suponer que todo equipo eléctrico es probado en fábrica, lo cual da una garantía al comprador., pero muchas veces es necesario desarmar parte del equipo para su transporte al lugar de su instalación y las condiciones de los aislamientos cambian a los establecidos en fábrica por lo cual, todo equipo eléctrico deberá ser revisado al llegar al sitio de su instalación y realizarle las pruebas necesarias sobre todo a los aislamientos, a los cuales les afecta directamente la humedad y algunos no deben ser expuestos directamente al ambiente.

Conforme se está ensamblando, se van realizando pruebas, hasta que está listo para entrar en servicio, una vez conectado al sistema donde va a funcionar se le realizan pruebas (de puesta en servicio) para estar seguros que no sufrirá ningún daño o exista algún riesgo durante la puesta en servicio.

Todos los valores de las pruebas con las cuales entró en servicio, son registrados y entregados al departamento de Mantenimiento para que periódicamente al realizar sus pruebas, compare las condiciones actuales y pueda detectar una falla de aislamiento antes de que ocurra y poder corregirla.

Normalmente, en todas las fábricas se cuenta con personal de mantenimiento, que nunca ha sido capacitado para desarrollar una especialidad eléctrica, sobre todo se concreta a realizar un mantenimiento cien por ciento correctivo, por no conocer las pruebas necesarias a cada equipo ó componentes eléctricos ó carecer de los equipos de pruebas necesarios.

Para poder realizar un mantenimiento eléctrico predictivo y preventivo, es necesario realizar las pruebas más completas, con el equipo adecuado a cada uno de los componentes eléctricos de una Instalación Eléctrica Industrial (fig. 1).

Los equipos mínimos necesarios con que deberá contar un departamento de pruebas o de mantenimiento son:

- a) Multímetro
- b) Ampermetro de gancho
- c) Megger
- d) Ducter
- e) Medidor de factor de Potencia de Aislamientos
- f) T. T. R.
- g) Probador de Rigidez Dieléctrica del Aceite
- h) Cronógrafo
- i) Termómetro.

A continuación analizaremos un resumen donde se justifican los beneficios de un buen programa planeado de Inspección y pruebas, necesarios para Mantenimiento.

1.- Varios Millones de pesos son perdidos anualmente a causa de incendios causados por fallas eléctricas (corto circuitos)

2.- Un alto porcentaje de Interruptores, Fusibles y equipo de Protección en plantas industriales cuando son probados se encuentra que están inoperantes y no son confiables como equipo de protección.

3.- También varios Interruptores que tienen más de cuatro años de instalados están completamente inoperantes.

4.- Los Gerentes o Administradores no le dan importancia y es desatendida toda la instalación eléctrica.

5.- Varias plantas duplican o triplican su carga sin tomar en cuenta la capacidad y diseño de la instalación existente.

II. - TEORÍA Y EQUIPOS DE PRUEBAS.

En este capítulo veremos la teoría aplicable a equipos de pruebas, definiciones, principios básicos, y forma de interpretar los resultados obtenidos.

AISLAMIENTO. - El propósito de un aislamiento en un circuito eléctrico, es confinar el campo eléctrico y la corriente a áreas y trayectorias previamente establecidas.

Todo aislamiento tiene dos características principales que son:

- a) La Capacitancia del aislamiento, (cuyo valor en un buen material dieléctrico debe ser pequeño y en el dieléctrico ideal su valor sería cero). b) La resistencia de aislamiento, (cuyo valor en un buen material dieléctrico debe ser grande y en el dieléctrico ideal su valor sería infinito).

RIGIDEZ DIELECTRICA DE UN AISLAMIENTO. - Se define como la capacidad del material para soportar la tensión eléctrica, sin que se presente la ruptura dieléctrica ó también es la tensión eléctrica que soporta un material por unidad de longitud en el instante en que se presente la ruptura.

RESISTENCIA ELECTRICA DE LOS MATERIALES AISLANTES. - Se define como la resistencia que ofrece un material para que circule a través de él una corriente, cuando se le aplica una diferencia de potencial con C. D.

PERDIDAS DIELECTRICAS. - Se produce por la corriente que circula a través de la resistencia del dieléctrico cuando se somete a un gradiente de potencial, el efecto principal de éstas pérdidas es que se transforma en calor y empobrece la disipación de calor producido por la corriente que circula a través del conductor.

11.1 PROBADOR DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO "MEGGER". - La resistencia de aislamiento se define como la resistencia que ofrece un aislamiento al aplicarle un voltaje de C. D. durante un tiempo dado, medido a partir de la aplica---

ción del mismo, y como referencia se utilizan los valores de 1 a 10 minutos.

II.1.2 Absorción Dieléctrica.- La Resistencia de aislamiento varia directamente con el espesor del aislamiento e inversamente con el área del mismo, cuando repentinamente se aplica un voltaje de C. D. a un aislamiento, la resistencia se inicia con un valor bajo y gradualmente va aumentando con el tiempo hasta estabilizarse.

A la curva obtenida cuando se grafican los valores de resistencia de aislamiento contra tiempo, se le denomina curva de absorción dieléctrica y su pendiente indica el grado relativo de secado o suciedad del aislamiento.

Si el aislamiento está húmedo o sucio se alcanzará un valor estable en uno o dos minutos después de haber iniciado la prueba y se obtendrá una curva con baja pendiente.

II.1.3 INDICES DE ABSORCION Y POLARIZACION.

La pendiente de la curva de absorción dieléctrica puede expresarse mediante la relación de dos lecturas de resistencia de aislamiento tomadas a diferentes intervalos de tiempo durante la prueba. A la relación de 60 segundos a 30 segundos se le conoce como INDICE DE ABSORCION y a la relación de 10 minutos a 1 minuto se le conoce como INDICE DE POLARIZACION.

El índice de polarización es muy útil para la evaluación del aislamiento de devandos de generadores y transformadores y es indispensable que se obtenga antes de efectuar la prueba de alta tensión en máquinas rotatorias.

son:

40°C Para Máquinas Rotatorias

20°C Para Transformadores

15.6°C Para Cables.

Para los demás equipos como interruptores, apartarrayos, boquillas pasamuros, etc. No existe temperatura base, ya que la variación de la resistencia de aislamiento con respecto a la temperatura no es notable.

Al realizar pruebas de resistencia de aislamiento, es muy importante la medición de la temperatura en los equipos ya sea por medio de termopares o detectores de temperatura.

II.1.7 Potencial de Prueba Aplicado:

La Medición de resistencia de aislamiento es una prueba de potencial y debe restringirse a valores apropiados dependiendo de la tensión nominal de operación del equipo que se va a probar y de las condiciones en que se encuentre su aislamiento ya que si la tensión de prueba es alta se puede provocar fatiga en el aislamiento.

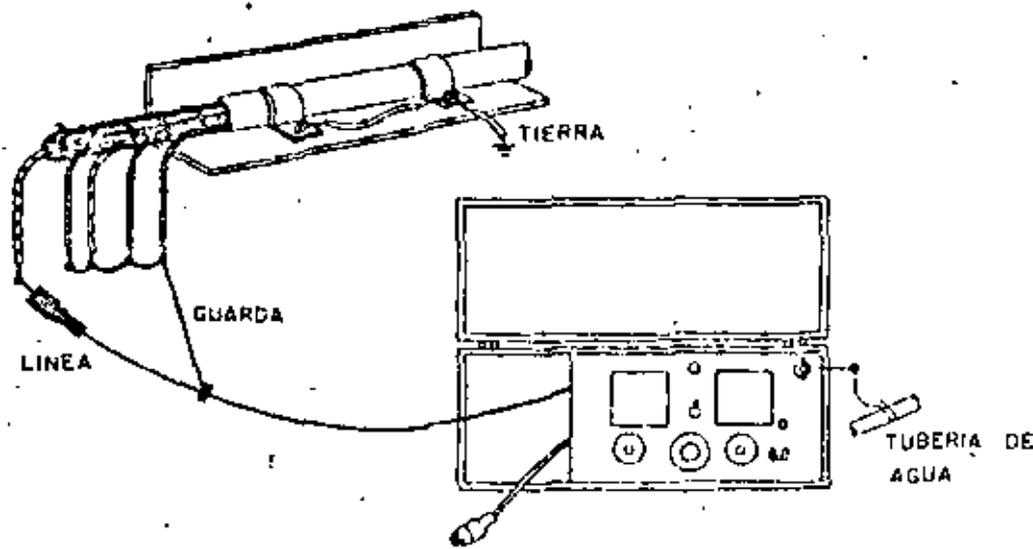
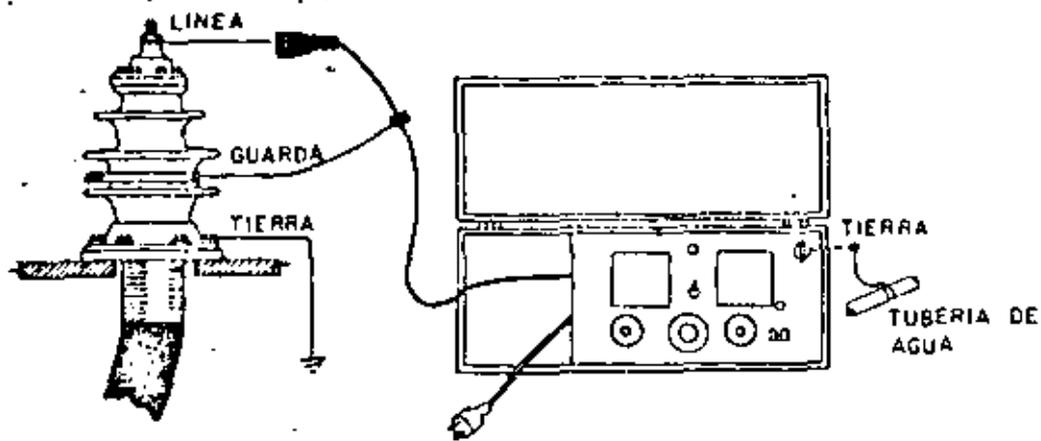
Los potenciales de prueba más utilizados son tensiones de 500 a 5000 V. C. D.

Las lecturas de resistencia de aislamiento, disminuyen al utilizar potenciales más altos, sin embargo para aislamientos en buenas condiciones y perfectamente secos, se obtendrán valores muy próximos para diferentes tensiones de prueba, siempre que no sobrepasen el valor nominal de operación del equipo que se está probando.

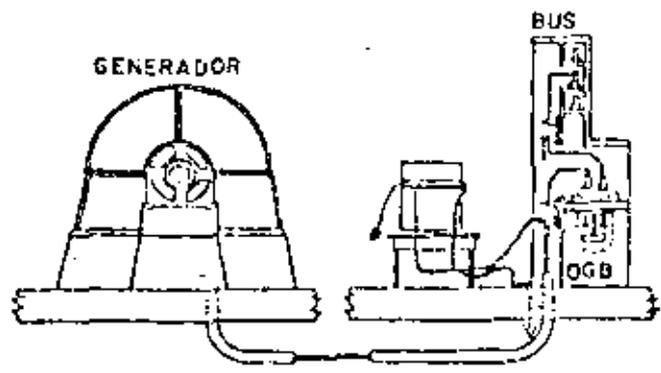
C. D.	C. A.
Voltaje de Prueba del Megger	Voltaje del Equipo a Probar
100 y 250 V.	Hasta 100 V. incluyendo algunos tipos de equipo de señalización y control.

COMPARACION DE VALORES DE RESISTENCIA
DE AISLAMIENTO.

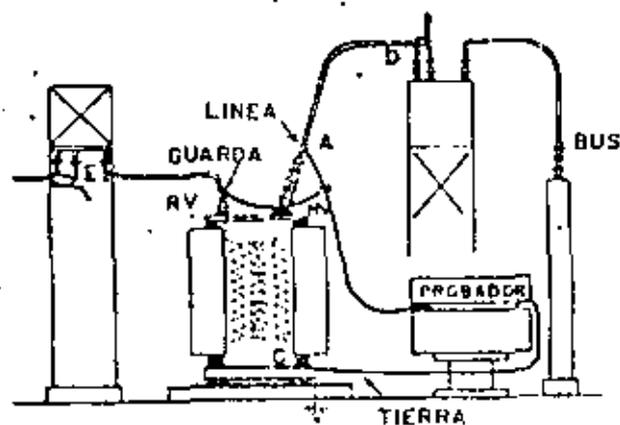
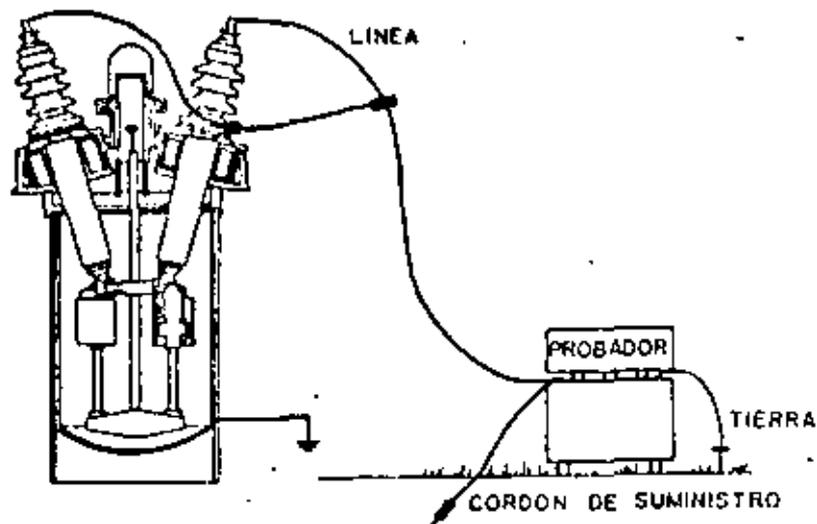
CLASE DE AISLAMIENTO KV	MΩ REGLA 1MΩ/KV ² 75°	MΩ SEGUN FABRI CANTE	MΩ PRUEBAS Y C. DE CALIDAD
220	11	6	37
6	288	162	300
23	1104	621	1000
88	4080	2295	3100
230	11040	6210	8500
400	19200	10800	15000
	K = 48	K = 27	K = 37.5



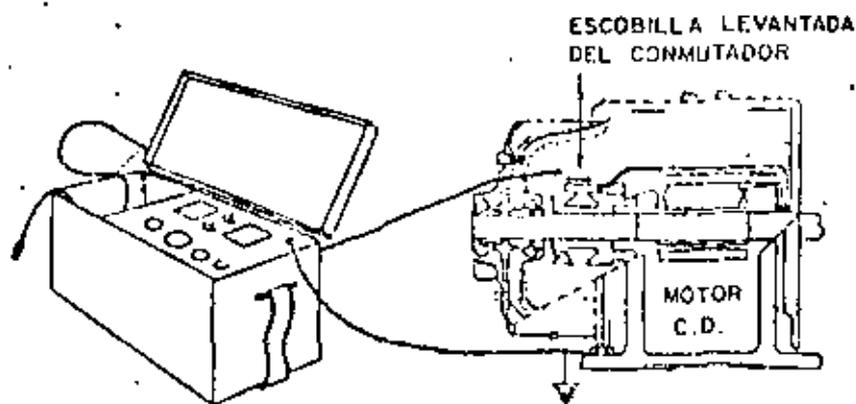
CONEXIONES GUARDA PARA PRUEBAS TÍPICAS A CABLES



COLOCACION DE ARREGLO PARA GENERADORES C. A.



CONEXIONES GUARDA PARA PRUEBAS TÍPICAS A APARATOS



COLOCACION DE ARREGLOS PARA MOTORES Y GENERADORES C. D.

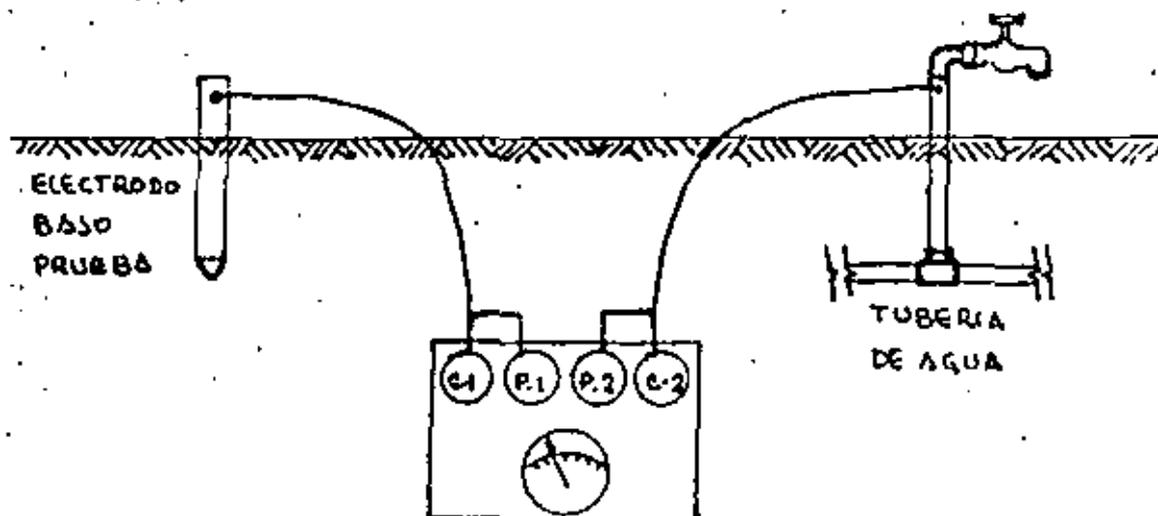
desfavorables.

Los sistemas de tubería metálica continua y subterránea para la conducción de agua, tienen en general, una resistencia a tierra menor de 1 ohms. La estructura de edificios tienen en general una resistencia a tierra considerablemente menor de 25 ohms. Se recomienda probar la resistencia a tierra de los electrodos al instalarlos y repetir la prueba periódicamente. En subestaciones, la resistencia eléctrica total del sistema de tierras deberá conservar el valor más bajo posible (los valores aceptables van desde 10 ohms hasta 1 ohms). Incluyendo todos los elementos que forman el sistema de tierras, esto es la malla, los electrodos y los conductores de puesta a tierra, para reducir la resistencia total del sistema se puede aumentar el área total de la malla, reduciendo los espaciamientos entre los conductores de ésta ó bien usar un mayor número de electrodos.

Existen varios tipos de Megger de tierras para medir la resistencia del sistema de tierra, por su funcionamiento puede ser manual o electrónico (de baterías). El caso más común es el manual ó de manivela el cual describimos a continuación.

Principio General.- El probador contiene un generador de C. A. impulsado a mano, el cual hace circular una corriente a través de la resistencia bajo prueba conectada entre las terminales C.1 y C.2.

La caída de potencial en la resistencia, se aplica a las terminales P.1 y P.2 provocando una deflexión del Galvanómetro. Esta caída de potencial se contrarresta con otra igual y opuesta que se produce en una resistencia variable contenida en el aparato, de manera que en condiciones de balance no fluye corriente en el circuito de potencial.



Si la tubería está muy cerca del electrodo de prueba, los resultados no son buenos, por lo cual es más conveniente el método anterior.

II.3 PROBADOR DE RESISTENCIA DE CONTACTOS "DUCTER"

La finalidad del Ducter es poder medir bajas resistencias por el método de caída de tensión con C. D., tienen varios usos - como medición de juntas de rieles, juntas soldadas, resistencias de contacto, microresistencias, etc. Nosotros los usamos para medir resistencias de contacto en interruptores y cuchillas desconectoras., tiene cinco rangos para medición desde 20 ohms hasta 1 microhms.

Están equipados con una fuente (interna o externa) la cual se recarga continuamente a través de su cargador, las terminales ó pincks deberán colocarse de la siguiente manera al efectuar la prueba:



Las terminales de los extremos --
siempre serán las corrientes, y --
los potenciales hacia adentro.

potencial del instrumento y después retire las terminales de corriente.

II.4. FACTOR DE POTENCIA DE LOS AISLAMIENTOS.

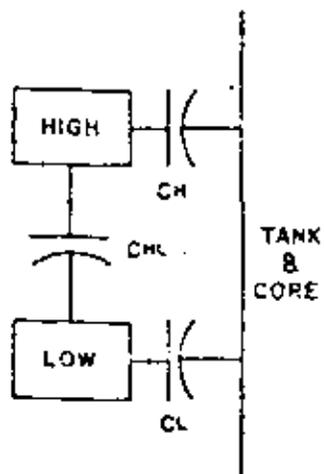
El factor de potencia es en la actualidad, la principal herramienta para juzgar con mayor criterio, las condiciones de los aislamientos de los diferentes equipos eléctricos, siendo particularmente recomendada para la detección de la degradación, envejecimiento y contaminación de los mismos, pudiéndose afirmar que por estas características, es más reveladora que la prueba de resistencia de aislamiento.

El propósito de esta prueba, es detectar fallas pilígras en aislamientos por el método no destructivo, antes de que la falla ocurra, lo cual de ésta manera previene pérdidas de la continuidad de servicio y permite el reacondicionamiento oportuno de dicho aislamiento.

El principio básico de ésta prueba no destructiva, es la detección de algunos cambios medibles en las características de un aislamiento que puede asociarse, con los efectos de agentes destructivos como la humedad, el agua, el calor, el efecto corona y en general, un incremento apreciable de las pérdidas dieléctricas en C. A. de Volto-Amperes ó factor de potencia de un aislamiento, es una indicación clara de deterioro.

Para ejecutar una prueba de factor de Potencia con un probador de la doble Engineering, es necesario en primer lugar, conectarle sus cuatro terminales que son:

- a). Cable de Alimentación al probador
- b). Interruptor de mano para seguridad
- c). Cable de Alta Tensión (Gancho)
- d). Cable de Baja Tensión (Guarda)



TEST	ENERGIZED	GROUNDING	GUARDED	UST	MEASURE
1	H	L	—	—	CH + CHL
2	H	—	L	—	CH
3	L	H	—	—	CL + CHL
4	L	—	H	—	CL
5		Test 1 minus Test 2			CHL ·
6		Test 3 minus Test 4			CHL ·
7	H	—	—	L	CHL ·
8	L	—	—	H	CHL ·

lectura directa.

Durante la prueba de relación, se determina la polaridad y se detectan facilmente espiras abiertas ó en corto circuito.

Por su facilidad de transportación el TTR por ser de poco peso y compacto, se facilita su uso en los lugares de utilización - como plantas Generadoras, Subestaciones, industrias, etc.

Cuando el devanado de baja tensión no se pueda usar como primario durante la prueba, debido aquella corriente magnetizante es muy alta, y la tensión de excitación indicada en el voltmetro no alcanza la nominal (9 volts) porque de hacerlo el ampermetro revasaría su escala, en estos casos devanado de alta tensión puede conectarse como, primario.

Si el TTR se utiliza de ésta manera, la lectura sera inversa - de la relación de vueltas, hasta con tres cifras decimales de aproximación.

Tambien se utiliza el equipo para pruebas de contraste o de comparación en transformadores especiales, tales como:

Transformadores de Potencial, Transformadores de Corriente, Transformadores para anuncios luminosos, etc. en tales transformadores el TTR no determinará con precisión la relación de vueltas de sus devanados.

MODO DE EMPLEO:

- 1). Desconecte y aisle el transformador bajo prueba, observando siempre las precauciones de seguridad.
- 2). Conecte como se muestra en el siguiente diagrama cerciorandose que las conexiones hagan buen contacto con las terminales del transformador bajo prueba.

cidad se eleva y se mantiene a un valor tal que se obtengan aproximadamente 8 volts de excitación.

- 8). La relación de vueltas del transformador bajo prueba se lee directamente en las mirillas que indican la posición de cada conmutador.

II.6.0 RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE.

Los dielectricos líquidos se utilizan como aislantes ó refrigerantes en transformadores, interruptores, seccionadores, reactores, reguladores, cable de energía, capacitores, bobuillas, etc.

La finalidad del aceite aislante utilizado en el equipo eléctrico es:

- a). Proveer un aislamiento eléctrico adecuado.
- b). Conducir y disipar el calor generado en el equipo.
- c). Extinguir el arco eléctrico y arrastrar las partículas que se forman durante el mismo.
- d). Proteger a los aislamientos solidos contra la humedad y el aire

El aceite aislante usado en transformadores e interruptores debe poseer ciertas propiedades, que deben mantenerse durante la operación para que cumpla con su múltiple función aislante eléctrico. Como agente que transfiera calor al medio ambiente y extinguir el arco eléctrico, debe tener adecuada rigidez dieléctrica que lo haga soportar los esfuerzos dieléctricos impuestos durante su operación.

La rigidez dieléctrica es una de las características principales del aceite aislante, se define como el máximo gradiente de potencial que puede soportar el aceite aislante sin que se produzca la descarga disruptiva.

En la practica se mide la tensión de ruptura dieléctrica, que se define como el gradiente de potencial, en el cual se produce

6). El valor final de Rigidez Dieléctrica del Aceite en Kilovolts será el promedio de las 5 lecturas efectuadas.

A continuación mostramos una tabla con las características principales de las normas ASTM-277 y 1916 en la cual se basa la norma nacional CONNIE 9.9.1 .

II.2 TIEMPOS DE APERTURA Y CIERRE DE INTERRUPTORES.

El objetivo de ésta prueba, es la determinación de los tiempos de operación de interruptores de potencia, en sus diferentes formas de maniobra, así como la verificación del sincronismo de sus polos o fases.

Tiempos de Apertura.- Es el tiempo medido desde el instante en que se energiza la bobina de disparo, hasta el instante en que los contactos de arco se han separado en todos los polos.

Tiempo de Cierre.- Es el intervalo de tiempo medido desde el instante en que se energiza la bobina de cierre, hasta el instante en que se tocan los contactos principales en todos los polos.

Tiempo de arco en un polo.- Es el intervalo de tiempo entre el instante de la iniciación del arco hasta el instante de su extinción final en ese polo.

Tiempo de arco en un interruptor.- Es el intervalo de tiempo entre el instante en que se inicia el primer arco y el instante de la extinción final del arco en todos los polos.

Esta prueba es aplicable exclusivamente a interruptores de potencia y en particular a interruptores de alta tensión en todos sus tipos y diseños como:

- Gran Volumen de aceite.
- Pequeño Volumen de aceite.
- Aire Comprimido.
- Hexafluoruro de Azufre.
- Soplo Magnético, etc.

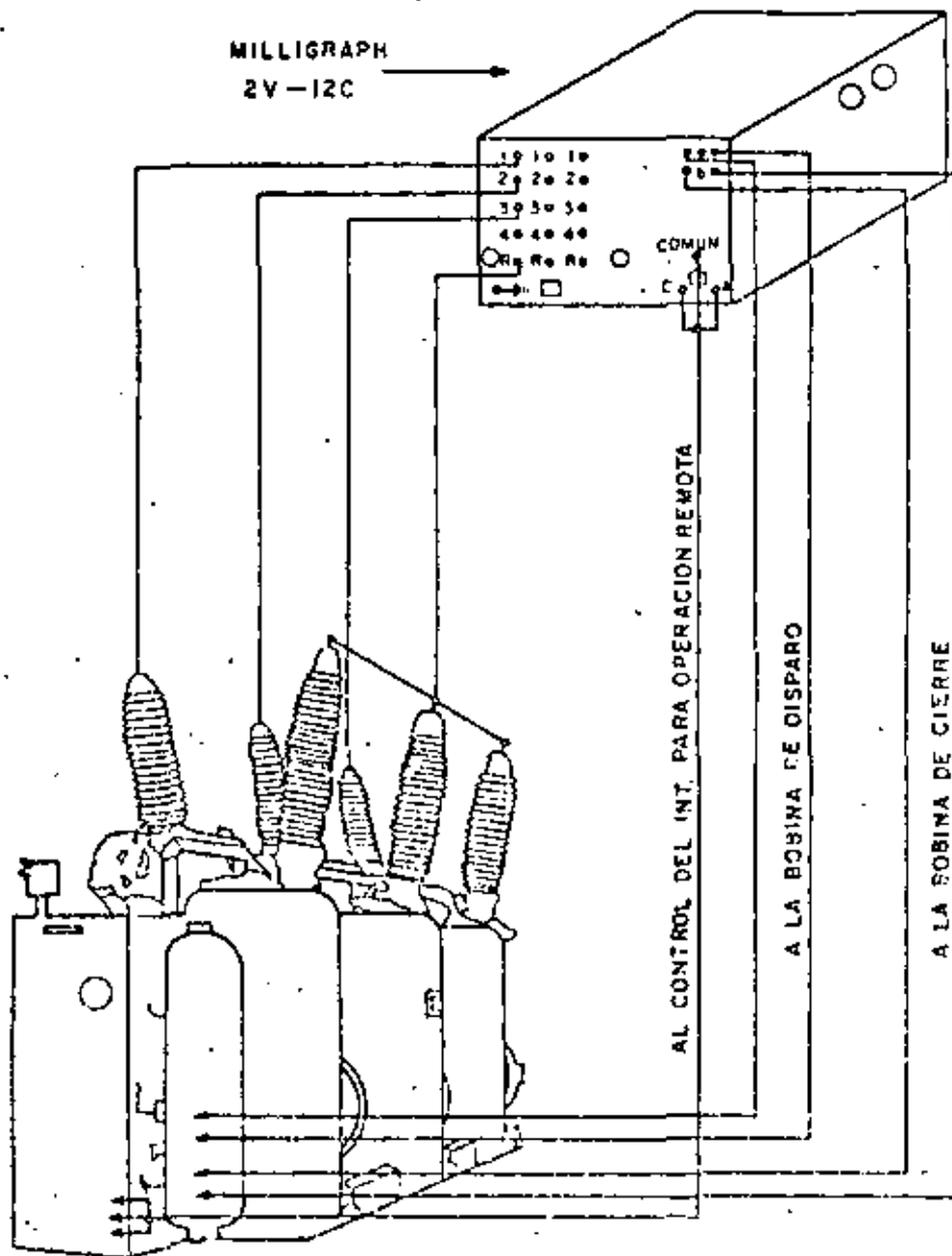


DIAGRAMA DE CONEXIONES DE UN EQUIPO MILLIGRAPH
A UN INTERRUPTOR DE GRAN VOLUMEN DE ACEITE.

Las siguientes recomendaciones y condiciones son para la mejor ejecución de las pruebas y una mayor seguridad.

Se probará el interruptor totalmente desenergizado o sea sin potencial de línea o bus en sus terminales.

Por seguridad deberán mantenerse abiertas las cuchillas desconectadoras en ambos lados del interruptor.

Cada prueba deberá realizarse a los valores nominales del interruptor en lo que se refiere a presión de operación en sus cámaras y mecanismos (acumuladores de presión) y voltaje de control para cierre ó disparo.

Se tomará la precaución de verificar los voltajes nominales del equipo de prueba. (Milligraph ó favac) aterrizando.

Las pruebas ó mediciones que se consideran normales para la puesta en servicio de un interruptor son:

- a). Determinación del tiempo de apertura.
- b). Determinación del tiempo de cierre.
- c). Prueba de Antibombeo.

Las pruebas de tiempo de apertura y cierre quedarán grabados en panel metálico en el caso de milligraph y en papel encerado en caso del favac., donde se tienen graficadas cada fase, la bobina al energizarse, y la referencia de tiempo para su cálculo.

Cada aparato, tiene diferentes números de canales existen desde 4, 8, y 12 canales para graficar al mismo tiempo.

III. APLICACIONES Y PRUEBAS.

III.1 PRUEBAS A SUBESTACIONES DE DISTRIBUCION.

En la siguiente tabla, se muestran las pruebas que se realizan a una subestación de Distribución completa tipo Cía. De Luz, con todo el equipo que utiliza y sus pruebas, así como los aparatos utilizados.

III.2. PRUEBAS A CIRCUITOS DE BAJA TENSION.

La Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, ha editado el nuevo Reglamento NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS en la cual menciona las reglas y requisitos que deberán cumplir las instalaciones eléctricas.

La siguiente tabla 1.5 nos da LOS VALORES MINIMOS DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO RECOMENDADOS PARA INSTALACIONES DE 1000 VOLTS O MENOS.

INSTALACION	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO EN (OHMS)
Para Circuitos con conductores Nº 14 ó Nº 12 AWG .	1 000 000 = 1 M
Para Circuitos con conductores Nº 10 AWG o mayores y con capacidad de conducción de corriente de:	
25 a 50 amperes	250,000
51 a 100 amperes	100,000
101 a 200 amperes	50,000
201 a 400 amperes	25,000
401 a 800 amperes	12,000
Más de 800 amperes	5,000

Nota 1.- Los valores de ésta tabla deben medirse, con todos los equipos que normalmente forman parte de los circuitos, -- tales como tableros, porta-fusibles, medios de desconexión y dispositivos de protección contra sobrecorriente instalado en su lugar y conectados.

Nota 2.- Cuando estén conectados a los circuitos derivados -- las lámparas y los aparatos de utilización, la resistencia mínima de aislamiento de los circuitos, pueden tomarse como la mitad de los valores de ésta tabla.

III.3.4.- CABLES DE POTENCIA.

- a). Verificar la protección de los extremos libres.
- b). Medir la resistencia de aislamiento antes de conectarlos.
- c). Prueba de alta tensión (High Pot).
- d). Faseo teórico y verificación de la conexión.
- e). Medición de la resistencia de aislamiento después de la conexión
- f). Medición de factor de potencia.

III.3.5.- CUCHILLAS DESCONECTADORAS.

- a). Verificar la operación manual.
- b). Prueba de mecanismos motorizados.
- c). Prueba de resistencia de contactos.

III.3.6.- TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO.

- a). Medición de la resistencia de aislamiento.
- b). Medición de la continuidad de los devanados
 - 1). Verificar la polaridad.
- d). Secado de embobinados.
- e). Medición de la relación de transformación.
- f). Prueba dieléctrica del aceite.
- g). Prueba dieléctrico del embobinado.
- h). Medición del factor de potencia.

III.3.7.- PARARRAYOS.

- a). Verificar las conexiones primarias.
- b). Verificar la conexión a tierra.
- c). Medición del factor de potencia.
- d). Medición de la resistencia de aislamiento.

III.3.8.- RELEVADORES.

- a). Verificar el montaje del tablero de control, protección y medición.
- b). Verificar continuidad en aparatos y circuitos.
- c). Verificar la operación de los relevadores.
- d). Verificar la calibración y ajuste.

IV. RECOMENDACIONES TECNICAS PARA PRUEBAS.

Como complemento del capítulo II donde se habló ampliamente del objetivo de cada prueba, la norma aplicada, la forma de realizarse la prueba, ahora veremos su aplicación directa a cada equipo.

IV.1 PRUEBAS A SUBESTACIONES COMPACTAS.

Una subestación compacta tipo cliente, está formada por tres gabinetes principales donde se alojan los siguientes equipos:

- a). Equipo de Medición de la Cfa. Suministradora.
- b). Cuchillas desconectadoras operadas en grupo para intercalar el equipo de Medición.
- c). Pararrayos autovalvulares e interruptor en pequeño volumen de aceite.

Las tres secciones están interconectadas por medio un bus de barras de cobre montadas sobre aisladores soportes.

Las pruebas que se realizan en campo a estos gabinetes son para comprobar que durante el transporte de la fábrica al lugar de su instalación no sufrieron daños chequeando:

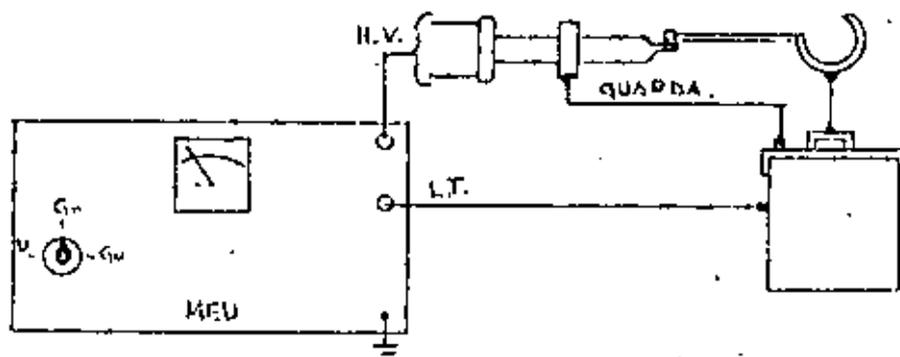
- 1.a). Al bus.- Con Megger se checa entre fases y fase a tierra con el mayor rango de voltaje que tenga el aparato, dando valores de aislamiento mayores a los 1000 Megohms.
- 1.b). A las cuchillas desconectadoras.- Además de involucrarlas en la prueba de megger, se deberá checar su resistencia de contactos que como ya se dijo antes, no debe ser mayor de 30 Micrones por punto de contacto.
- 1.c). A los Pararrayos.- Además de involucrarlos en la prueba de Megger, se deberá realizar una prueba de pérdidas dieléctricas ó factor de potencia para determinar si no tienen humedad, o están directos a tierra.
- 1.d). Al Interruptor.- Se le deberán realizar las siguientes pruebas: Voltajes mínimos de operación (deberán operar con un voltaje menor al nominal hasta el 70% del voltaje nominal).

Hacerle Megger en la posición cerrado de cada fase contra tierra (estructura ó tanque) si hay problemas, discriminar polo por polo.

Hacer una prueba de resistencia de contactos con ducter fase por fase.

Medir con un cronógrafo los tiempos de apertura y cierre y -- comparar con los marcados en el reporte de pruebas en fábrica.

Realizar pruebas de Rigidez dieléctrica al aceite conforme se menciona anteriormente, de acuerdo a la NORMA y realizar una prueba de factor de potencia al aceite en la forma siguiente:



Utilizando un probador tipo MEU aplicando 2.5 KV a una copa especial para prueba de aceite.

Un aceite nuevo tiene un fp = 0.05 % hasta 0.5 %.

IV.2 PRUEBAS A TRANSFORMADORES.

Dentro de una instalación eléctrica, el equipo de mayor importancia es el transformador, conocido como el corazón de la instalación eléctrica, por lo cual hacen muy importantes sus pruebas.

2.1. Prueba de Resistencia de Aislamiento.

Para un transformador de dos devanados se le hacen las siguientes pruebas:

Alta	Vs.	Baja	+	Tierra
Baja	Vs	Alta	+	Tierra
Alta y Baja	Vs			Tierra
Alta	Vs	Baja		

Debido a la diversidad de aislamiento en transformadores, no es posible establecer en forma exacta una relación entre la resistencia de aislamiento y la clase de aislamiento.

La siguiente tabla, nos muestra los valores promedio, tomados de experiencias en pruebas a diferentes clases de aislamiento.

RESISTENCIA MINIMA DE AISLAMIENTO A TRANSFORMADORES EN ACEITE A 20°C

CLASE DE AISLAMIENTO KV.	MEG OHMS	CLASE DE AISLAMIENTO KV.	MEG OHMS
1.2	32	92	2490
2.5	69	115	3100
5.0	135	139	3720
9.7	230	161	4350
15.	410	196	5300
25.	670	230	6200
34.5	930	297	7750
46.	1240	345	9300
69.	1960	400	10800

La resistencia de aislamiento de un transformador sin aceite pero con aislamientos sólidos impregnados, es 20 veces mayor que los valores indicados en la tabla.

Otra consideración que debe tenerse en cuenta es el valor de resistencia de aislamiento de un transformador decrece al aumentar la temperatura. Se recomienda hacer estas mediciones en un rango entre 0 y 40°C.

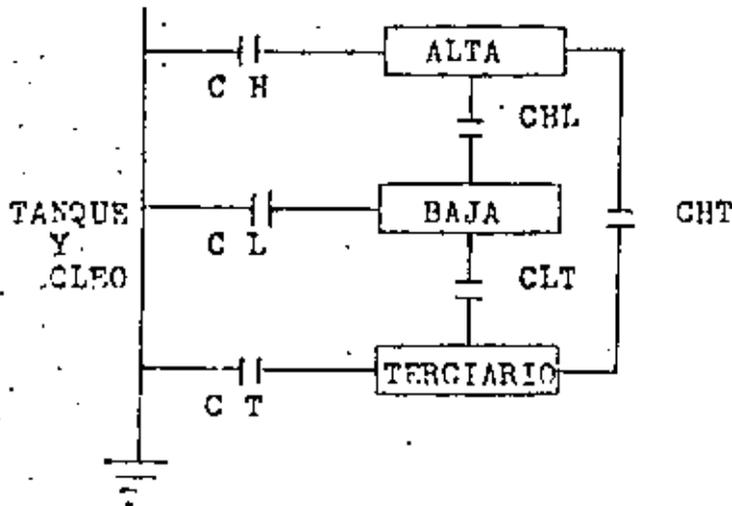
2.2 PRUEBA DE FACTOR DE POTENCIA.

El factor de potencia de los aislamientos de un transformador, depende de la naturaleza y cantidad de los dieléctricos empleados en su diseño.

La humedad residual de los aislamientos de celulosa secos, impregnados de aceite, son del orden de 0.5 %, dichos aislamientos, --

b). Transformador de tres Devanados.

DEVANADO ENERGIZADO	DEVANADO ATERRIZADO	DEVANADO GUARDADO	ATSLAMIENTO MEDIDO
ALTA	BAJA	TERCIARIO	-
ALTA	---	BAJA Y TERCARIO	CH
BAJA	TERCIARIO	ALTA	-
BAJA	---	ALTA Y TERCARIO	CL
TERCIARIO	ALTA	BAJA	-
TERCIARIO	---	ALTA Y BAJA	Ct
TODOS	---	---	CH + CL + Ct



Tambien se deberá determinar el factor de potencia de los Bushing antes de montarlos y una vez probados cerciorandose que no se encuentren humedos, de lo contrario se deberán secar.

Todas estas pruebas, ya se han comentado en el capítulo anterior para interruptores de potencia en alta tensión.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICO.

Una prueba en campo, que deberá hacerse es la de resistencia de aislamiento, el voltaje recomendado para ésta prueba, deberá ser cuando menos el 50 % mayor que el nominal del aparato, un mínimo de 500 V es permitido para equipos en general. Las pruebas deberán probarse entre la entrada y la salida del interruptor en la posición "fuera".

Valores de resistencia abajo de un Megohm, son considerados peligrosos y deberán ser investigados por posibles contaminaciones en las superficies de la caja del interruptor.

Debido al N° de operaciones con carga, los contactos se van deteriorando, para lo cual es necesario hacer pruebas de resistencia de contactos en cada polo del interruptor, una diferencia entre los polos del interruptor o interruptores similares de dos a uno indica que los contactos deberán limpiarse.

17.4.0 PRUEBAS DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A MAQUINAS ROTATORIAS.

La medición de resistencia de aislamiento, ha sido recomendada y utilizada durante más de medio siglo, en la evaluación de las condiciones del aislamiento de las máquinas rotatorias, con esta prueba se determinan la presencia de humedad, aceite, polvo, --- corrosión, etc.

Esta prueba, no debe tomarse como criterio exacto ya que tiene varias limitaciones como:

- a). La resistencia de aislamiento de un devanado no tiene una relación directa con su rigidez dieléctrica y por tanto es imposible predecir el valor de la resistencia a la que fallará.

IV.5: PRUEBAS A CAPACITORES.

Antes de instalar o poner en servicio un capacitor, se deberán realizar algunas pruebas para cerciorarse del estado en que se encuentran los capacitores, dichas pruebas son:

- a). Rigidez Dieléctrica.- El capacitor se somete a un voltaje entre bornes que no sobrepase el 75 % del doble de su voltaje nominal durante 10 segundos.
- b). Capacidad.- Puede determinarse satisfactoriamente la capacidad de cualquier capacitor, midiendo la corriente que toma el capacitor cuando se le somete a un voltaje y frecuencia conocidos - (los valores nominales). La capacidad calculada en esta forma, debe estar comprendida, en un rango de 0 a 15 % de la capacidad nominal del capacitor.

$$C = \frac{I}{2\pi f \cdot V} \quad \text{KVAR} = 2\pi f C (KV)^2 \times 10^{-3}$$

- c). Resistencia entre bornes.- La resistencia entre bornes puede -- medirse por medio de un Megóhmetro o bien calcularse sometiendo el capacitor a un voltaje de C. D. conocido y midiendo la corriente que toma. Si el capacitor lleva resistencias internas de -- descarga, el valor obtenido coincidirá prácticamente con el valor de dichas resistencias, ya que la resistencia de aislamiento del dieléctrico es del orden magnitud mucho mayor, que dichas resistencias de descarga.

Cada fabricante nos da los límites especificados de resistencia de descarga para cada capacidad en KVAR de capacitores.

- d). Resistencia entre bornes y el tanque.- Es importante medir esta magnitud, para comprobar es estado de los aisladores que forman los bornes del capacitor y el estado del aislamiento del interior a tierra. La resistencia medida debe ser mayor de 1000 excepto los capacitores de un solo aislador ya que el otro borne está conectado al tanque con resistencia de descarga

IMPORTANTE.- Antes de tocar las terminales de un capacitor que previamente ha sido energizado, deberá dejarse transcurrir 5 minutos para su descarga interna y despues de descargarlos, es preciso --- corto-circuitarlos de las partes vivas y ponerlos a tierra.

Los capacitores pueden dañarse si se cortocircuitan las partes vivas antes de que haya transcurrido, por lo menos un minuto de descarga.

En las insuecciones normales de mantenimiento debe comprobarse la ventilación de los capacitores, el estado de los fusibles, la temperatura de operación y las condiciones de voltaje.

Las porcelanas de los bornes deben limpiarse periodicamente, con la mayor frecuencia cuando más severas sean las condiciones de servicio.

Si los capacitores están expuestos a unas condiciones atmosfericas muy adversas, es conveniente volver a pintarlos periodicamente, a fin de impedir la corrosión y mantener una buena superficie radiadora de calor.

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

TIEMPO	M E G O H M S			
	$H - X + T$	$X - H + T$	$H - X$	
15 seg. 30 "	7,000 10,000			
45 " 60 "	13,000 19,000			
2 min 3 "	20,000 20,000			
4 " 5 "	20,000 20,000			
6 " 7 "	20,000 20,000			
8 " 9 "	20,000 20,000			
10 "	20,000			
INDICE DE ABSORCION (60/30 seg)				
INDICE DE POLARIZACION (10,1 min)				
AISLAMIENTO				

72
73

SUPERINTENDENCIA DE PRUEBAS Y CONTROL DE CALIDAD
SERVICIO AL CAMPO

PRUEBA DEL SISTEMA DE TIERRAS

LÍNEA TOPILEJO NOPALA 400 KV

OCR 4

PROBO JORGE MIRELES C.

REVISO ING. GENARO GARCIA C.

FECHA _____

EQUIPO YEW

TIPO 3235

TORRE No.	BASE No.	RESISTENCIA ENTRE ANCLA Y TERRENO	VOLTAJE DEL TERRENO	OBSERVACIONES
1	1	14.5 Ω	0	TERRENO HUMEDO TEMP. 20°C 29-VIII-82
	2	10.5 "	0	
	3	16 "	0	
	4	15 "	0	
2	1	6.5 "	0	TERRENO HUMEDO TEMP. 20°C 29-VIII-82
	2	6.5 "	0	
	3	6.2 "	0	
	4	4.5 "	0	
3	1	10.5 "	0	TERRENO HUMEDO TEMP. 20°C 29-VIII-82
	2	9.2 "	0	
	3	35 "	0	
	4	45 "	0	
4	1	10.5 "	0	TERRENO HUMEDO TEMP. 20°C 29-VIII-82
	2	10 "	0	
	3	11 "	0	
	4	11 "	0	

TRANSFORMADOR

PRUEBA DE FACTOR DE POTENCIA A LOS AISLAMIENTOS

CONEXIONES PARA PRUEBA			KV	MILI VOLTAMPERES			MILI WATTS			% f. p.	
ENERGIA	A TIERRA	GUARDA		PRUEBA	LECTURA	MULTI- PLICADOR	mVA	LECTURA	MULTI- PLICADOR	mW	MEDIDO °C
ALTA	BAJA	—	2.5	76	100	7600	29.5	2	59	0.77	
ALTA	—	BAJA	2.5	56	20	1120	30.5	1	30.5	2.7	
BAJA	ALTA	—									
BAJA	—	ALTA									
ALTA	BAJA EN UST		2.5	66	100	6600	13.5	2	27	0.4	
BAJA	ALTA EN UST										

RESULTADO _____

RESULTADOS DE PRUEBAS DE RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE

PRUEBA No.	KV. MUESTRA 1	KV. MUESTRA 2	KV. MUESTRA 3
1	40	47	39 *
2	42	42	37
3	30	38	29
4	38	39	34
5	34	44	38
6	—	—	32
PROMEDIO	38.4	42	34
TEMPERATURA °C	22	20	24
NORMA	ASTM	CONNIE	ASTM
No. NORMA	677	0.81	1816

CRITERIO DE CONSISTENCIA ESTADISTICA

VALOR MAYOR	42	47	38
VALOR MENOR	34	38	29
DIFERENCIA X 3	$6 \times 3 = 24$	$9 \times 3 = 27$	$9 \times 3 = 27$
VALOR SUPERIOR AL MENOR	38	39	32
RESULTADO	BIEN	BIEN	BIEN

VI - BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Procedimiento para pruebas de Resistencia de Aislamiento en equipo eléctrico "MEGGER... C. F. E.
- 2.- Inspection and test of. Electrical Equipment.
Westinghouse Electric Service División.
- 3.- Installation & Maintenance of. Power transformers
Westinghouse Electric Co.
- 4.- Annual Book of. ASTM Standards. D-1316 y D-377
Electrical Insulating Materials.
- 5.- Normas técnicas para instalaciones Electricas.
Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.
Dirección General de Normas.
- 6.- National Electrical Code. 1978.
National Fire Protection Associa.
- 7.- Testing and. Maintenance of. Molded case circuit breakers.
General Electric.
- 8.- Instructivo "TTR" Biddle. (transformer Turn Ratio Test. Sets)
James. G. Biddle Co.
- 9.- Instrucción Book. MEU.
Doble Electrical Equipment.
10. Installation and Maintenance Instructions.
AV-Line. SWITCHBOARDS GENERAL ELECTRIC.
11. Capacitores de Potencia
Balmec S. A.
12. IEEE Standart. test Code for distribution, Power and
Regulating Transformer C57-90-1973



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

INSTALACIONES HIDRAULICAS

ING. JESUS AVILA ESPINOSA

AGOSTO, 1983

15.- INSTALACIONES HIDRAULICAS
(ING. JESUS AVILA ESPINOSA)

PROBLEMAS CON LA TEMPERATURA DEL AGUA CALIENTE

DATOS GENERALES:

- Consumo normal 1 l petróleo/100 l agua caliente
- Temperatura normal del agua caliente: 45°C a 60°C.

P. Hay que tirar el agua fría antes de salir el agua caliente

- S No existen líneas de retorno
- S Existe una obstrucción en las líneas
- S Fallan las válvulas

P. No hay agua caliente

- S Falla el calentador o la caldera
- S Fallan las válvulas
- S Falla el control de la temperatura
- S Obstrucciones en los serpentines

P. El agua está muy caliente

- S Fallan los controles de temperatura
- S Falla la válvula mezcladora

P. Variación de temperatura en el agua caliente en las regaderas

- S Cambio de presión en las líneas

P. El agua fría se calienta

- S Falla del aislamiento de las líneas de agua caliente
- S Cruces en las instalaciones.

P Los muebles de baño se manchan.

- El origen es el ciclo de mojado y secado de una superficie, depositándose minerales en las superficies sujetas a esta condición.

S Limpiar con ácido oxálico (Precaución: es venenoso).

FUGAS EN TUBERIAS

Las fugas indican que se tiene alguna falla, la cual debe revisarse, definir su origen y corregirse, para evitar que continúe la fuga o que se presente - ésta nuevamente.

No debe confundirse con las fugas el agua por condensación en las líneas de - agua helada.

- ORIGEN DE LAS FUGAS:

- . Mal diseño que no considere la instalación de juntas de expansión, válvulas de admisión y expulsión de aire, equipo de protección contra golpe de - ariete.
- . Mano de obra de baja calidad
- . Material defectuoso
- . Selección inadecuada de materiales
- . Alta corrosividad del agua

- DETECCION DE FUGAS:

- . Comparando el consumo de agua con la información estadística en condicio- nes similares.
- . Comparando los consumos de agua con otros en instalaciones similares.
- . Midiendo el volumen de agua adicional requerida en los sistemas de recu- peración.

- FUGAS EN LAS UNIONES ROSCADAS.

Las roscas en tuberías son normalmente del tipo cónico.

Las causas principales de las fugas, son:

- . Mano de obra deficiente en la instalación original.
- . No rebabear los extremos de la tubería, lo que puede originar corrosión en ese punto (material muy fatigado) o taponamiento.
- . Corte excesivo en el roscado, que obliga a apretar en exceso antes de engranar el número requerido de hilos; un apriete excesivo puede romper la conexión.
- . Longitud mayor de roscado no apretará lo adecuado hasta haber entrado un número excesivo de hilos; en el caso de conexión a válvula se puede afectar los sellos de éstos o deformar el cuerpo de las mismas.
- . Cortes defectuosos, irregulares o ásperos, obligan al uso de compuestos selladores para cubrirlos. Uso excesivo de estos compuestos es indicador de la baja calidad en la mano de obra.

- FUGAS EN JUNTAS SOLDADAS

Las juntas soldadas no soportan los efectos de torsión; en juntas que fallaron, puede notarse si éste es el origen al cortarlas o calentarlas, observando giro o separación. La reparación debe consistir en aumentar la flexibilidad al sistema, incorporando elementos que lo proporcionen.

Las fallas en la soldadura pueden ser:

- . Falta de penetración originado por:
 - Mala aplicación
 - Desalineamiento
- . Limpieza inadecuada de la junta por soldar.
- . Movimiento entre las partes durante el enfriado de la soldadura.
- . Calentamiento inadecuado de la soldadura.
- . Acoplamiento incorrecto de las partes por soldar.

PRECAUCION.- Al reparar una junta soldada tome la precaución de desahogar la presión en la línea, originada por el calentamiento.

SABOR Y OLOR EN EL AGUA

Uno de los principales problemas de malos olores y sabores se debe a una conexión inadecuada en el sistema de agua o mala operación entre los sistemas de agua potable y el drenaje.

Un aspecto importante a considerar en este tipo de problemas es la diferencia de sensibilidades en las gentes al olor y sabor del agua, pudiendo variar esta sensibilidad en la detección hasta de 1/1000 de impurezas. Si una persona ha encontrado un sabor objetable en el agua en alguna ocasión, será posteriormente más sensible a notarlo nuevamente. También debe considerarse que la gente encontrará difícil describir y expresar con precisión un sabor y olor desagradable del agua. Por lo tanto, el personal de mantenimiento no será siempre capaz de detectar todos los problemas de sabor que le sean reportados.

Los filtros caseros con carbón activado son utilizados normalmente para remover olores y sabores; cuando es usado apropiadamente es seguro y efectivo. Sin embargo, se puede acumular en el filtro material en el que ha habido crecimiento de bacterias y partículas que contaminan el agua. lo cual se debe evitar reemplazando el cartucho del filtro contaminado; en algunas unidades caseras el carbón del filtro ha sido tratado con plata, la cual no destruye las bacterias pero puede retardar su crecimiento. La contaminación peligrosa del agua, puede estar siendo causada realmente por el filtro.

La Agencia de Protección Ambiental en los Estados Unidos (EPA) ha publicado que la asignación del número de registro a un filtro no implica el visto bueno de la agencia.

No se debe confiar en los filtros caseros para remover bacterias dañinas en el agua para beber y no se espera que quiten el sabor, olor y materias que hagan el agua desagradable, pero debido a ésto pueden dar al usuario un falso sentido de seguridad. El reemplazo del cartucho de un filtro, sin precauciones previas, representa el riesgo de remover los indicios de contaminación sin necesariamente eliminar las bacterias peligrosas.

EL AGUA HUELE COMO HUEVO PODRIDO.

En algunas partes los pozos de agua contienen gas disuelto y ácido sulfhídrico que le da al agua un inconfundible sabor y olor a huevo podrido. Se puede remover en las plantas de purificación de agua y esto es la práctica normal.

EL AGUA DE LA FUENTE DE BEBER TIENE UN SABOR DESAGRADABLE.

Si la cantidad de agua que se saca realmente de la fuente es de sólo unos cuantos litros en el día y hay una línea larga a la fuente, puede ser posible que el agua se estanque en la línea y en la fuente. Generalmente se acumularán sedimentos y materias orgánicas y la descomposición del limo y de algas puede provocar mal sabor. El estancamiento del agua en el equipo y la tubería puede también permitir que se acumulen productos corrosivos y dar al agua un sabor metálico.

Las fuentes que no son usadas con frecuencia durante el día deben ser enjuagadas con regularidad y si continúa su condición desagradable

PROBLEMAS DE MANTENIMIENTO DEBIDO AL AGUA DURA Y AL AGUA SUAVE

La dureza del agua se debe primordialmente al contenido de compuestos disueltos de calcio y magnesio. Un método usual para suavizar el agua es el proceso de zeolita de sodio, en el cual el calcio y el magnesio son reemplazados por sodio. Algunos problemas asociados frecuentemente con la suavización del agua son los siguientes:

1. SE FORMA UNA NATA EN LAS INSTALACIONES

Cuando el jabón y el agua dura se mezclan, hay una reacción química que origina la formación de una nata de material insoluble cuajado; la formación de espuma se inicia hasta que se haya completado esta reacción.

A mayor dureza del agua, más jabón será necesario y se formará mayor cantidad de nata. Naturalmente esta materia insoluble se meterá entre los hilos de la ropa y también quedará en las conexiones de plomería, si no se quita completamente antes de que el agua se evapore.

Un método tradicional práctico para el análisis de la dureza del agua, consiste en añadir cantidades pequeñas de una solución de jabón de uso normal, agitándose sobre una cantidad conocida de agua. A la formación de las primeras espumas permanentes, se mide la cantidad de jabón requerida y se define por cálculo la dureza del agua.

Al pasar el agua dura a través del suavizador, el calcio y el magnesio reaccionan con la zeolita, desplazando una cantidad químicamente equivalente de sodio la que se queda en el agua.

Es necesario regenerar la zeolita periódicamente, después de remover una cantidad determinada de dureza, lo cual se logra haciendo pasar por el recipiente una solución de cloruro de sodio para que se tenga una reacción reversible, en la que el calcio y el magnesio son reemplazados por el sodio.

La combinación de agua dura y agua suavizada se puede controlar ajustando el flujo mediante la instalación de una válvula de paso lateral (by pass); la mezcla que contiene entre 50 y 100 partes por millón de dureza (aproximadamente 20 gr/l) es suficientemente aceptable en general.

4. EL AGUA SE PONE AZUL.

El cobre en el agua es la causa del color azul. El problema se presenta generalmente después de la instalación del suavizador. Este retraso puede ser a que, mientras se usaba agua dura, se fue acumulando sarro por la dureza del agua en las tuberías y en los serpentines de calentamiento. Al pasar el agua suavizada por primera vez a través del sistema, se redissuelve gradualmente la costra de piedra caliza (sarro) y se deja expuesto al metal a la acción corrosiva del agua suave.

Hay una falsa idea acerca de que el agua dura es corrosiva y que el suavizar la hace menos corrosiva; realmente el agua dura es generalmente menos corrosiva que el agua suave.

La suavización puede ocasionar que la ropa lavada se ponga azul debido a que el agua suave puede recoger cobre suficiente de las partes de cobre o bronce del sistema y hacer reacción con el jabón, formando una espuma azul verdosa en la ropa lavada. La corrección del problema se logra tratando el agua suave para reducir su corrosividad, sin necesidad de incrementar la cantidad requerida de jabón; normalmente se utiliza el silicato de sodio como producto químico para el tratamiento.

La decoloración de la ropa lavada, después de la instalación del suavizador, indica que hay picaduras en las tuberías de cobre. Se recomienda reducir la corrosión por uno de los siguientes métodos.

- Bajar la temperatura del agua caliente.
- Tratamiento del agua
- Reducir la velocidad del flujo en el sistema.



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

EQUIPOS Y SISTEMAS DE PROTECCION
CONTRA INCENDIO

ING. JUAN FRANCISCO LUGO JUAREZ

AGOSTO, 1983

14. EQUIPOS Y SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO

ING. JUAN FRANCISCO LUGO JUAREZ

DEFINICION DE FUEGO

Es el efecto de la reacción entre un material combustible y un comburente, con desprendimiento de calor y elevación de temperatura, o sea, es una forma rápida de oxidación con -- producción de calor y luz.

La teoría del triángulo del fuego (fig. 1a) es la más conocida y difundida; afirma que, para que se produzca un fuego tienen que encontrarse presentes y en proporciones adecuadas tres factores esenciales que son:

- Combustible
- Calor
- Comburente (oxígeno)

En ausencia de cualquiera de los tres factores anteriores -- no podrá llevarse a efecto la combustión.

Otra teoría es la pirámide del fuego (fig. 1b) la cual además de utilizar los tres factores del triángulo del fuego, añade un cuarto factor "Reacción en cadena" y se refiere a las reacciones químicas entre combustible y el oxidante.

El conocimiento de la reacción química de fuego es indispensable para su adecuada extinción. El calor que puede ser eliminado por enfriamiento; el oxígeno por exclusión del aire y el combustible desalojándolo a un lugar donde el calor sea insuficiente para su inflamación. En cuanto a la reacción química, ésta se puede detener inhibiendo la oxidación rápida del combustible.

Para facilidad en el combate contra los incendios, los fuegos se clasifican en cuatro clases que son:

a) Fuegos clase "A"

Son los que ocurren en materiales sólidos tales como trapo, viruta, papel, madera y basura, el uso de agua es eficaz para su extinción.

b) Fuegos clase "B"

Son aquellos que se producen en la mezcla de un gas, tales como, butano, propano, etc., con el aire, o bien, de la mezcla de vapores que se desprenden de la superficie de los líquidos inflamables, tales como, gasolina, aceites, grasas, solventes, etc.

c) Fuegos clase "C"

Se llaman así aquellos que ocurren en equipo eléctrico o cerca de dicho equipo.

d) Fuegos clase "D"

Son los que se presentan en cierto tipo de metales combustibles, tales como magnesio, titanio, sodio, litio, potasio, aluminio o zinc en polvo.

Los reglamentos existentes para la protección contra incendio en la República Mexicana, están basados en las normas de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS).

Esencialmente estas normas están fundamentadas en las editadas por la National Fire Protection Association (NFPA) de --

nas, pozos, servicios municipales, etc.

b) Fuentes directas

Son aquellas que suministran agua permanentemente al sistema de protección contra incendio en la calidad, volúmen y presión exigidas, tales como:

- Tanques elevados
- Depósitos a presión
- Equipos de bombeo

TANQUES ELEVADOS

Un tanque elevado o de gravedad se usa donde el agua de los servicios municipales no está disponible ó bien el volúmen y la presión son insuficientes para abastecer la demanda principal.

La capacidad y la elevación de los tanques deberá ser determinada de acuerdo a las condiciones de diseño, siempre que sea posible hay que utilizar las capacidades de tanque y las alturas de torres de sustentación estandar.

DEPOSITOS A PRESION

Los depósitos a presión son tanques y equipos para suministrar presión y se utilizan en equipos y sistemas de protección contra incendio ya sea solos, con equipo de bombeo o con auxilio de tanques elevados.

En edificios altos los depósitos a presión son frecuentemente instalados conjuntamente con tanques elevados y son usados para suministrar altas presiones a los sistemas de rociadores instalados en los pisos más altos.

La capacidad del depósito a presión se considera como el contenido total del agua y el aire, el interior del tanque está compuesto por dos terceras partes de agua y una de aire a presión, la que se tendrá que mantener a un mínimo de 5.3 kg/cm² (75 psi).

EQUIPO DE BOMBEO

El equipo de bombeo generalmente la principal fuente directa de suministro de agua de los equipos de protección contra incendio, esto se debe a la gran variedad de combinaciones de capacidad y presiones que pueden proporcionar las bombas existentes en el mercado.

Las bombas usadas normalmente son del tipo centrífugas, posición vertical u horizontal y pueden ser accionadas mediante motores eléctricos o de combustión interna.

La característica de las bombas horizontales debe ser tal que al 150% del rango de su capacidad nominal proporcione una presión no menos del 65% del rango nominal de presión. La presión de corte generalmente no debe ser mayor del 120% del rango nominal de la presión de operación.

La característica de las bombas verticales debe ser tal que al 150% del rango de su capacidad nominal proporcione una presión no menor del 65% del rango nominal de presión. La presión de corte generalmente no debe ser mayor del 140% del rango nominal de la presión de operación.

(18 ft) del incendio cuando los chiflores sean de chorro y a una distancia de 2.8m (9 ft) del incendio cuando los chiflores sean del tipo neblina.

SISTEMA DE ROCIADORES.

Los sistemas de rociadores han demostrado ser eficaces en la protección contra incendio desde su origen, hace aproximadamente 80 años.

Una descripción de los riesgos en sistemas de rociadores se enuncia a continuación:

Riesgo ligero.

Se incluyen solamente aquellas propiedades donde el monto y combustibilidad de los contenidos es baja y no presenta obstrucción en la distribución de los rociadores.

Riesgo ordinario grupo 1

Incluye sólo aquellos sitios donde la combustibilidad es baja, sin líquidos u otros materiales de combustión rápida y sin apilamientos que excedan los 2.4m (8 ft) de altura.

Riesgo ordinario grupo 2

Incluye las propiedades donde la combustibilidad de los contenidos y altura de techos sean menos favorables que los del grupo 1, conteniendo pequeñas cantidades de líquidos inflamables y que no exista obstrucción.

Riesgo ordinario grupo 3

Se incluyen aquellas áreas donde las características de los contenidos, altura de techos y obstrucciones son elementos desfavorables.

Riesgo extra.

Sólo incluye aquellas construcciones o parte de ella donde el riesgo de los ocupantes es severo.

Tipos de sistemas de rociadores.

a) Sistema húmedo

En este sistema la tubería está llena de agua en todo momento. Cuando el calor del fuego funde el fusible del rociador, éste se abre descargando inmediatamente el agua contenida en la tubería y accionando la alarma.

b) Sistema seco

El sistema seco está diseñado para proveer protección en construcciones o áreas sujetas a temperatura de congelamiento. Debe instalarse, sólo cuando no es recomendable el sistema húmedo.

c) Sistema de diluvio.

Este fue el primero en ser operado por un sistema de detección termoneumático con rociadores abiertos. Debe instalarse

PARAMETROS QUE SE CONSIDERAN EN EL DISEÑO HIDRAULICO

Antes de realizar cualquier cálculo hidráulico, se deberá clasificar el tipo de riesgo a proteger, el tipo de edificio, ya sea este combustible o no, el tipo de techo, los materiales almacenados, la altura de almacenamiento y el tipo de almacenamiento. Acto seguido se procederá a determinar la densidad y área de operación del sistema de rociadores, así como el área de cobertura por rociador. En base a la densidad y al área de cobertura por rociador se determina el gasto por rociador, en función del cual se determinará el orificio de rociador a utilizar, así como la presión requerida para poder suministrar dicho gasto. Contando con el área de aplicación y el área de cobertura por rociador, se determina la cantidad de rociadores que deberán de operar para obtener la densidad requerida del riesgo a proteger y el volumen total de agua requerido en el sistema (Ver fig's. Nos. 2 y 3).

Para efectos del cálculo hidráulico se parte del rociador más remoto al alimentador principal. Con la presión requerida y el gasto para poder brindar la densidad determinada, se van efectuando los cálculos de pérdidas por elevación del agua que corre a través de las tuberías, sumándose en cada punto requerido los gastos de los rociadores que se encuentran dentro del área de aplicación hasta llegar al término de ella. Saliendo del área remota, se calcularán las pérdidas por fricción así como las pérdidas por elevación, pérdidas por cambio de dirección y pérdidas por flujo de agua a través de las válvulas hasta llegar a la base del alimentador principal y/o la fuente de suministro del sistema.

Los sistemas calculados hidráulicamente tienen como ventaja el que se pueden disponer de toda el agua necesaria sin desperdicio de la misma y distribuirla uniformemente a lo largo del sistema de rociadores.

Materiales y equipo.

Las tuberías que se utilizan en sistemas de rociadores deben especificarse de acuerdo a la tabla 2, la cual está diseñada para resistir presiones mínimas de trabajo de 12.3 kg/cm^2 -- (175 psi).

Las conexiones al igual que las tuberías deben resistir presiones mínimas de trabajo de 12.3 kg/cm^2 (175 psi), y pueden ser de hierro maleable, acero al carbón, hierro fundido, hierro forjado de cobre u otros materiales que dependen del tipo de unión empleado, tales como, uniones roscadas, bridas o soldables (Ver tabla 4).

Rociadores.

Hay dos clases de rociadores, cerrados y abiertos, la diferencia entre éstos estriba, en que los cerrados también llamados automáticos constan de un dispositivo actuador mediante un elemento fusible (fig. 4).

Los rociadores se clasifican en función de su montaje en:

- Rociadores hacia arriba (Up right, USS)
- Rociadores hacia abajo (Pendent, SSP)
- Rociadores de pared (Sidewall)

Equipo o dispositivos aprobados: Son los componentes del equipo o sistemas de protección contra incendio debidamente probados para la función a desempeñar; éstos son enlistados periódicamente por la Underwriter Laboratories (UL) en los Estados Unidos de América. Los equipos o los elementos de los sistemas de protección contra incendio instalados en la República Mexicana deberán ser del tipo aprobado.

SISTEMAS DE DETECCIÓN, ACTUACION Y DE ALARMA.

En algunos sistemas de rociadores y en sistemas especiales, los dispositivos de detección, actuación y de alarma son accionados mediante calor, humo, flama o vapores combustibles, según las necesidades de los riesgos en particular.

Los sistemas de actuación o de disparo son usados para controlar el flujo del agente extintor y para operar el equipo relacionado con ellos. En el caso de los dispositivos de alarma, éstos emitirán señales tanto audibles como visuales.

Sistemas de detección y actuación.

En general existen tres tipos de sistemas de detección y actuación automática y son:

a) Sistema de detección termoneumática

Los dispositivos de detección termoneumática llamados dispositivos actuadores por calor, los cuales responden a un incremento anormal en la temperatura causada por un incendio; no obstante, este sistema puede operar en condiciones extremas de temperatura del medio ambiente.

El dispositivo actuador de calor es una pequeña cámara de la-

de existan equipos muy delicados a los que el agua perjudicaría, donde sea difícil remover cierto tipo de residuos y donde sea muy importante la continuidad del proceso de fabricación.

Los elementos que componen éstos sistemas son: Sistema de detección y tubería de descarga.

Sistema de niebla

El término niebla se refiere al uso de agua en forma pulverizada, teniendo un arreglo predeterminado, tamaño de la partícula, velocidad y densidad de descarga en las toberas o dispositivos de salida diseñados específicamente para el riesgo a proteger.

El agua pulverizada extingue el fuego mediante:

- Enfriamiento
- Sofocación

La acción de enfriamiento se realiza esencialmente por el cambio de fase del agua de líquido a vapor.

La acción sofocación se realiza cuando el agua pulverizada se convierte en vapor a causa del calor expedido por el fuego, expandiendo su volumen 1750 veces aproximadamente, el vapor generado rodea entonces el área afectada, desalojando el oxígeno que se encuentra en el aire, lo cual ayuda a extinguir el fuego.

Los sistemas de niebla son comunmente utilizados para proteger -- transformadores enfriados con aceite, en tanques exteriores de almacenamiento de líquidos inflamables y equipos de proceso. En transformadores enfriados con aceite y en transformadores adyacentes - expuestos al fuego los sistemas de niebla usando toberas de varias formas son los más adecuados para su protección.

Sistemas de espuma.

La espuma es un agregado de diminutas burbujas llenas de bióxido de carbono o de aire, las cuales son más ligeras que el aceite y se usan para formar un manto flotante sobre las superficies de los líquidos inflamables, para sofocar el fuego por la ausencia de aire y para detener más adelante la formación y la reignición de vapores combustibles.

La extinción de fuegos en líquidos inflamables es posible solamente donde la superficie pueda ser cubierta completamente por un manto de espuma con determinado espesor; tal es el caso de los tanques de inmersión de pintura, tanques atmosféricos verticales, tanques de aceite para templado, escurridoras de aceite, hangares, etc.

Tipos de espuma.- Existen dos tipos de espuma de acuerdo a la manera en que son generados en el sistema:

- a) Espuma química
- b) Espuma mecánica

a) La espuma química es producida por la reacción química del sulfato de aluminio y bicarbonato de sodio junto con agua y agentes espumantes. El resultado son burbujas conteniendo en su interior bióxido de carbono.

una presión de aproximadamente 21.1 kg/cm^2 (300 psi).

Otra clasificación para los sistemas de bióxido de carbono puede ser por la forma de descarga al riesgo:

- Inundación total.

Estos sistemas descargan el bióxido de carbono dentro de espacios cerrados a través de las toberas fijas conectadas por tuberías a un alimentador.

Aplicación local.

Estos sistemas son recomendados solamente para riesgos que contengan materiales muy inflamables, en donde una concentración de bióxido de carbono pueda desarrollarse alrededor del riesgo entero sin la ayuda de paredes de retención.

Sistemas de halón.

Los sistemas de halón son usados en diferentes tipos de fuegos, proporcionando buenos resultados en los superficiales y clase "C", tales como en líquidos inflamables y en la mayoría de sólidos combustibles.

El nombre de halón se debe a que es un gas que proviene de la serie de los halógenos (Fl, Cl, Br, I); por lo tanto existen varios tipos de compuestos halógenos, utilizándose generalmente el halón 1301.

El mecanismo mediante el cual el fuego se extingue, no es perfectamente conocido; a menudo, aparece como una "inhibición" físico química de la reacción de combustión, también puede argumentarse que es un agente de "rompimiento en cadena" del proceso de combustión.

El personal no intentará permanecer en el área de descarga cuando las concentraciones sean mayores al 7% y se recomienda no permanecer por más de cuatro o cinco minutos aunque la concentración sea inferior al 7%, solamente se usarán concentraciones mayores al 15% donde no haya probabilidad de exposiciones humanas.

Los sistemas de halón son particularmente usados para extinguir incendios en:

- Gases y líquidos inflamables
- Riesgos eléctricos como en transformadores, interruptores en aceite, circuitos de interruptores automáticos y equipo rodante.
- Máquinas que utilizan gasolina y otro combustible inflamable.
- Combustibles ordinarios como: papel, madera y fibras textiles.
- Computadoras electrónicas, equipo procesador de datos y cuartos de control.

Sistemas de polvo químico

Los sistemas de polvo químico seco se aplican para combatir fuegos de clase "A", "B" y "C".

El polvo químico seco está compuesto por partículas diminutas, generalmente de bicarbonato de sodio, cloruro de potasio, o sulfato de amonio; añadiéndoseles partículas suplementarias median-

FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA

Tanques elevados

- 1) Inspecciónese periódicamente el tanque elevado para comprobar que se mantiene el debido nivel de agua.
- 2) Manténgase el tanque elevado plenamente abastecido de agua, no sólo para garantizar el funcionamiento eficaz de los sistemas de protección, sino que, también para evitar la contracción en los tanques de madera y la corrosión innecesaria en los tanques de acero.
- 3) Manténgase la tapa del tanque cerrada herméticamente y en buen estado de conservación, también las escotillas y la camisa anticongelante de la tubería de alimentación en buen estado.
- 4) Manténgase limpio de tierra, basura y otros desechos el espacio en lo alto del tanque, el cárcamo para la válvula de pie de la tubería de alimentación y todo el perímetro adyacente a la base de los pilares del tanque.
- 5) Inspecciónese los aparatos de calefacción en su debido orden y compruébese el mantenimiento de la temperatura adecuada en tiempo de heladas.
- 6) Inspecciónese detenidamente todo el equipo del tanque, la tubería, las válvulas de control, las válvulas de retención, los sistemas de calefacción, los manómetros, las juntas de expansión y demás accesorios,

Depósitos a presión.

- 1) Inspecciónese con regularidad los tanques de presión a fin de comprobar el nivel del agua y la presión del aire.
- 2) Consúltense los reglamentos de seguridad locales respecto al mantenimiento y prueba de tanques de presión.
- 3) Inspecciónese periódicamente todo el equipo del tanque; la tubería, las válvulas de control, las válvulas de retención y los manómetros.

Equipo de bombeo

- 1) Manténgase la casa de bombas limpia, accesible en todo momento y a la temperatura debida para evitar la congelación.
- 2) Usese el equipo de bombeo sólo para dar protección en casos de incendio más no para el servicio de la planta.
- 3) Debe funcionar cada bomba a máxima capacidad con descarga de mangueras regularmente cada 3 meses y por lo menos una vez al año.
- 4) Examínese con frecuencia las tuberías de succión, las válvulas de pie y las coladeras de las bombas a fin de evitar que cuerpos extraños dañen las bombas y obstruyan la tubería de los sistemas de protección.
- 5) Revísese con regularidad el estado y seguridad del suministro de energía eléctrica cuando la bomba sea operada con motor eléctrico y los acumuladores, los sistemas de lubricación y enfriamiento además del suministro de combustible cuando la bomba sea operada con motor de combustión interna.

SISTEMAS HIDRANTES

- 1) Los hidrantes deben revisarse semanalmente, incluyendo en ésta; que las válvulas no tengan fuga, que las mangueras estén debida

- 12) Opérese las válvulas de los sistemas de rociadores de tubería seca por lo menos una vez al año.
- 13) Se debe drenar el sistema de tubería seca completamente para evitar que el agua se congele.
- 14) Pruébese el sistema de rociadores a la intemperie una vez al año en tiempo de calor. Antes de empezar con las pruebas de funcionamiento, véase si no hay equipo que pueda ser dañado por el agua. Además véase que estén cerradas todas las puertas y ventanas por las que pudiera entrar el agua.

SISTEMAS DE DETECCIÓN Y ACTUACION DE ALARMA.

- 1) Los sistemas de detección termoneumática se deben probar por lo menos una vez cada seis meses.
- 2) Pruébese semanalmente los aparatos eléctricos de detección, actuación y de alarma con el interruptor de prueba.
- 3) En los sistemas de detección termomecánica se debe revisar semanalmente que los fusibles y los cables se encuentran en adecuada posición y en buen estado.

SISTEMAS ESPECIALES

Inspecciones semanales para revisar que las toberas o salidas de descarga estén limpias y en posición adecuada, que todos los controles de operación estén apropiadamente ajustados y que todos los componentes no hayan sufrido daño alguno.

Inspecciones y pruebas anuales de todos los dispositivos de operación, los dispositivos operados por presión deberán ser probados preferentemente por una descarga parcial donde ésto sea posible.

Entrenamiento periódico del personal de la planta, o sea, el que puede ser llamado para revisar, probar, mantener, operar o restaurar el sistema.

Aparte del programa antes mencionado, se incluirán los puntos siguientes para los diferentes tipos de sistemas.

Sistema de niebla

- 1) Examine anualmente la toberas y los tapones para observar si existe corrosión en el sistema.
- 2) Hágase una prueba de flujo de agua en el sistema, si ésto no es posible hágase una prueba de operación al menos de la válvula de control automática.
- 3) Si el sistema fue operado en la última prueba anual, remueva algunas toberas y obsérvese si no tienen obstrucciones, la presencia de cualquier objeto extraño durante la observación ameritará una limpieza en todo el sistema.
- 4) Después de cada operación o prueba de flujo los filtros deben ser limpiados, la inspección y limpieza, deben hacerse a intervalos de no más de seis meses.

Sistemas de espuma.

- 1) Una inspección semanal debe hacerse a los envases de almacenamiento de substancias químicas, polvos, concentrados de espuma, mecánica, etc.

lós reglamentos para la construcción de edificios y plantas Industriales.

Generalmente, para todo edificio o estructura se recomienda que - cualquiera de sus secciones, tenga por lo menos dos clases de vías de salida separadas, ubicadas de tal forma que la posibilidad de bloqueo a ellas durante un incendio sea mínima.

Puertas de salida

Todas las puertas se abrirán en el mismo sentido del tráfico de salida, usándose en las escaleras y otras salidas puertas que protejan el camino contra el humo y el fuego durante cualquier emergencia.

Concretamente, puede decirse que una vía de escape debe cumplir - con las siguientes condiciones:

- 1) Preparar recorridos alternativos a usarse en caso de que una salida se encuentre bloqueada por humo o fuego.
- 2) Instalar sistemas de alarma para avisar a los ocupantes en caso de incendio o de emergencia.
- 3) Las salidas y pasillos a recorrer para llegar a los sistemas de alarma deben tener una iluminación adecuada.
- 4) Cuando sea necesario se colocarán señales que indiquen la forma de alcanzar las salidas.
- 5) Deberán controlarse los factores psicológicos que conducen al pánico.
- 6) Será necesario mantener pasillos apropiados para alcanzar las salidas.

FORMACION DE BRIGADAS

- 1) En los centros de trabajo deben efectuarse prácticas de salidas de emergencia por lo menos cada seis meses.
- 2) Se deben establecer programas de simulacros donde participe todo el personal, al cual se le adiestrará en el uso de extinguidores e hidrantes.
- 3) Para prevenir o combatir incendios, en los centros de trabajo - deben organizarse brigadas, cuerpos de bomberos o cuadrillas -- contra incendio en función del número de trabajadores. Las personas que intervengan en estos actos, deben estar física y mentalmente aptas. El encargado de seguridad designado, deberá se leccionar dicho personal, así como al Jefe y oficiales de los - grupos.
- 4) Los miembros de las brigadas, deberán estar siempre preparados para atender cualquier aviso de alarma en caso de incendio.



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

P I N T U R A

AGOSTO, 1983

CURSO DE MANTENIMIENTO

PINTURA

- Antecedentes Históricos.
- 1. Introducción.
- 1.1 Definiciones y conceptos.
- 1.2 ¿ Por qué pintar ?
- 1.3 ¿ Por qué proteger ?
- 2. Protección que brindan los diferentes tipos de pintura.
- 2.1 Composición general de una pintura.
- 2.2 ¿ Con qué pintar ?
- 3. Decoración a base de pintura.
- 3.1 ¿ Qué es el color ?
- 3.2 ¿ Cómo percibimos el color ?
- 3.3 ¿ Cómo nos afecta el color ?
 - Dinámica del color.
- 3.4 Igualación de color.
- 3.5 Estilizando con colores.
- 3.6 Colores para la industria.
 - Selección de acuerdo a su uso.

- 4. Guía práctica para pintar.
- 4.1 Aplicación de pinturas.
- 4.2 Preparación de superficie.
 - 4.2.1 Limpieza de superficie.
 - 4.2.2 Preparación de superficies nuevas de mampostería para pintura.
 - 4.2.3 Preparación de superficies de mampostería con acabado previo para repintarse.
Mantenimiento.
 - 4.2.4 Preparación de superficies metálicas.
Recomendaciones generales.
- 4.3 Productos recomendables.
Tipo de producto. Características.
Usos. Sugerencias de aplicación.
- 5. Control de Calidad.
 - 5.1 Pruebas de Laboratorio. Funcionalidad práctica.
 - 5.2 Importancia de la calidad y de la aplicación.
- 6. Seguridad
Normas básicas de seguridad y aplicación.

Antecedentes Históricos.

Sería extremadamente interesante conocer en detalle el primer uso hecho por el hombre de un recubrimiento coloreado, desafortunadamente no existen registros o información ya que el de las pinturas se remota a tiempos inmemoriales.

Hombres prehistóricos de épocas tan remotas como 20,000 años -- atrás dejaron plasmadas sus pinturas en cuevas de Italia, Francia y España, usando principalmente 3 colores: amarillo, rojo y negro.

Para citar otro ejemplo, las Pirámides de Egipto construídas hace 5,000 años usaron amarillo, rojo, negro, azul, verde y blanco. - Algunos aspectos de la vida de los egipcios quedaron ilustrados - en las paredes de sus tumbas. Hoy en día se pueden visitar museos en Egipto donde se aprecian objetos decorados desde vasijas hasta sarcófagos.

En otra parte del mundo, Grecia, los antiguos usaron la pintura en forma claramente artística, decorando amplias superficies -- con figuras humanas, leyendas, piezas de madera, floreros, etc, empleando colores vívidos aún en templos y casas.

Los primeros cristianos usaron varios colores como símbolos religiosos, pintando primero figuras de santos y mártires en las paredes de las catacumbas y creando después mosaicos y murales muy coloridos al adquirir su libertad religiosa.

En la época Medieval, se propagó en la Gran Bretaña el uso de - azules y verdes brillantes para decorar sus construcciones y las paredes de las iglesias fueron decoradas con motivos religiosos.

La historia registra que durante los siglos 15 y 16, es decir el período del Renacimiento, un nuevo entusiasmo revitalizó a la humanidad en Europa, surgiendo grandes artistas como Miguel -- Angel o Leonardo Da Vinci.

Cuando Cristóbal Colón descubrió América, los colonizadores europeos se dieron cuenta que los habitantes del Nuevo Continente -- pintaban no solo sus utensilios sino hasta sus mismos cuerpos, - simbolizando en algunos casos prestigio social.

Rumbo hacia los tiempos modernos, Sir W.H. Perkins descubrió el primero de los colores de anilina creando una revolución y una nueva industria: los colorantes.

1. Introducción.

1.1 Definiciones y conceptos.

Definición de Pintura.-

Es un material fluido, apto para ser aplicado sobre una gran variedad de superficies, que al curar formará una película continua, plástica, coloreada, adherente, coherente, con distintos grados de brillantez, cuyas funciones principales serán brindar protección, decoración, iluminación, higiene, seguridad, etc.

Curado de una pintura.-

En la conversión de la pintura fluida (antes y durante su aplicación) en una película o recubrimiento sólido.

Secado al aire.-

Pintura que cura por evaporación de su solvente.

Barníz.-

Líquido resultante de la combinación de resinas y aceites secantes como ingredientes básicos en la formación de la película, cuyo curado es por reacción química.

Laca.-

Pintura basada en materiales poliméricos sintéticos termoplásticos, los cuales forman película por evaporación de su solvente.

Esmalte.-

Pintura resultante de la combinación de polímeros sintéticos termofijos, los cuales presentan la propiedad de formar película por reacción química.

1.2 ¿ Por qué pintar ?

- a) Prolongar/Proteger la vida del equipo o inmueble, ayudando a conservar óptimo su servicio.
- b) Apariencia óptima. Decoración.
- c) Limpieza, higiene, seguridad.
- d) Psicología/Motivación.

1.3 ¿ De qué proteger ?

- a) Del efecto de la intemperie .
 - Acción de la luz UV del sol.
 - Acción de la humedad.
 - Acción del oxígeno del aire.
- b) De los cambios naturales de temperatura.
- c) De las sustancias químicas.
- d) De la abrasión, golpes y rayaduras

2. Protección que brindan los diferentes tipos de pintura.

2.1 Composición general de una pintura.

- Resina (s) Vehículo.
- Solvente (s)
- Pigmento.

Las resinas son materiales poliméricos.

Los solventes son líquidos puros o mezclados encargados de mantener la pintura líquida, siendo la porción volátil.

Los pigmentos son partículas coloreadas, insolubles, encargadas de impartir además diferentes grados de opacidad.

2.2 ¿ Con qué pintar ?

Pinturas industriales y comerciales.

- Base solvente (Thinner, aguarrás, xilol, etc)
- Base agua (Emulsionadas, vinílicas)
- Epóxicas (Protección a la corrosión)
- Acrílicas (Gran durabilidad)
- Elastoméricas. (Alta flexibilidad)
- Especiales. (Uso especializado).

4. Guía práctica para pintar.

4.1 Aplicación de pinturas. Clave de una aplicación exitosa.

La clave del éxito en el uso de cualquier pintura estriba en con seguir una preparación adecuada de la superficie a ser pintada.

Aún la pintura de más alta calidad será un candidato a fallar o al menos a ver afectada su durabilidad si se permite aplicar sobre una superficie mal preparada.

Los contratistas profesionales experimentados, saben que en casi cualquier presupuesto de repintado con fines de mantenimiento, el costo de la pintura (aún seleccionando las de mayor precio) será inferior al costo de la preparación de la superficie y aplicación, concluyendo que la inversión hecha en la preparación de la superficie siempre vale la pena.

4.2 Preparación de superficie.

En vista de que la vida, apariencia y servicio de una pintura - dependen considerablemente de las condiciones que tenía la superficie en la cual la pintura es aplicada, se considerarán algunas - guías generales como sugerencias a seguir:

- a) Elimine todo material que no forme parte estructural de la superficie a pintarse, es decir, polvo, herrumbre, capas - anteriores de pintura, cualquier tipo de desprendimiento, etc, eliminables a mano, con cepillo de alambre, cincel, espátula, lija, etc.

- b) Utilice los medios necesarios (químicos o mecánicos) para eliminar todo material indeseable, como grasas, productos químicos, exudados, etc, que en general - presenten riesgos de desprendimiento creando problemas de adhesión a la pintura.
- c) Auxilie (mejore) la adhesión cuando sea necesario, -- provocando rugosidad en la superficie, bien sea por algún tratamiento químico o mecánico tal como chorro de arena (sandblasting) o por el uso de algún material abrasivo.
- d) Modifique químicamente la superficie, cuando el caso lo requiera, para convertirla en más receptiva hacia el tipo de pintura seleccionada para su mantenimiento.

4.2.1 Limpieza de la superficie.

- a) En los casos más sencillos, es posible la limpieza - "a mano" usando agua, detergentes y algunos solventes con cepillos o esponjas para eliminar materia extraña superficial, especialmente cuando se trata de pequeñas áreas que no justifican el uso de grandes equipos; -- cuando el polvo abrasivo resultante pudiera dañar otras áreas delicadas ó equipos sofisticados.
- b) El uso de cepillos de alambre, discos abrasivos, cinceles, espátulas, martillos, es recomendable cuando las herramientas aceleran el trabajo, o cuando el grado de dificultad para eliminar materiales extraños así lo - requiere, o cuando se requiere generar un cierto grado de rugosidad o perfil. Es importante considerar - que los discos abrasivos que giran a altas velocidades

no son siempre los medios más recomendables, ya que en algunas ocasiones generan suficiente calor como para fundir pequeñas partículas de metal, las cuales posteriormente pueden acelerar la corrosión.

- c) El uso de arenas abrasivas cuyo tamaño de partícula fluctúa entre malla 16 y 50 se puede recomendar de la siguiente forma: los tipos más finos permitirán un trabajo más rápido y los tipos más gruesos se usarán para mayores penetraciones. Existen variedades de partículas más agudas que ayudan al desvastado o partículas más redondas para auxiliar al efecto de pulido.

- d) El uso de tratamientos químicos puede describirse de la siguiente forma:
 - d.1) Solventes de limpieza y desengrase.
Los "espíritus minerales" (nafta) suelen disolver aceites y grasa (copas cochambrosas), usando cepillo de alambre (dependiendo del grado de suciedad), trapos humedecidos con solvente hasta finalmente secar con trapo limpio.

 - d.2) Limpieza con álcalis.
Algunos productos caústicos ofrecen buenas propiedades de limpieza, sin embargo requieren muy especiales cuidados particularmente si se usan a temperaturas mayores que el ambiente. **IMPORTANTE: Nunca usar álcalis para la limpieza de superficies de aluminio o acero inoxidable.** Si se usa un álcali se requerirá de intensos enjuagues con agua limpia, ya que de lo contrario la presencia de restos de álcali en la superficie podría ser peor que los contaminantes originales.

4.2.2. Preparación de superficies nuevas de mampostería para pintura.

Es muy común la creencia de que las superficies nuevas de mampostería como concreto, ladrillo, tabique, blocks, etc, se pintan solo con fines decorativos. La realidad es que estas superficies presentan cierto grado de porosidad, la cual se va a sellar con la pintura, protegiendo así del paso de la humedad (deterioro -- consecuente) y previniendo también las cuarteaduras y el desmoronamiento. Las pinturas en este caso serán aquellas que indiquen uso "exterior". Cierta porción del cemento es alcalina -- mientras fragua completamente, de aquí la recomendación (mientras sea factible) de permitir de uno a tres meses de intemperismo a las superficies nuevas de mampostería antes de pintarse, para disponer de una superficie totalmente "curada", sin actividad alcalina dañina causante de decoloraciones, cuarteaduras, descascamientos y en general menores durabilidades.

En los casos en los que el tiempo sea un factor impostergable, se recomienda "curar" artificialmente aplicando un lavado a la superficie con una solución de sulfato de zinc a una concentración de 250 g/l, permita que seque la superficie lo suficiente -- y entonces cepillela para eliminar partículas superficiales antes de aplicar la pintura.

4.2.3 Preparación de superficies de mampostería con acabado para repintarse. Mantenimiento.

Las superficies de mampostería que recibieron una preparación adecuada desde la primera vez y que todavía se encuentra en buenas condiciones relativas, normalmente solo requerirán eliminación de polvo y limpieza antes de repintarse.

En cambio si una superficie de mampostería se encuentra en malas condiciones, podrá requerir el siguiente tratamiento.

- a) Humedezca la superficie con agua limpia.
- b) Restregue la superficie cuidadosamente con una solución al 5-10% en peso de ácido muriático (agregue el ácido lentamente al agua, no al revés) usando guantes y goggles, durante periodos no mayores a 5 minutos y en áreas no mayores a medio metro cuadrado.
- c) Enjuague inmediatamente con agua limpia.
- d) Repare cuarteduras (resanes) antes de pintar.

4.2.4 Preparación de superficies metálicas para pintura. Recomendaciones Generales.

La preparación adecuada de una superficie metálica para ser pintada es normalmente más importante que para cualquier otro tipo de superficie, ya que las superficies metálicas exhiben microporosidad la cual es responsable en alto grado del andaje de la película de pintura. Cuando estos pequeños poros están incrustados de mugre, herrumbre o grasa, estos materiales indeseables evitarán la adhesión adecuada de la pintura además de la mala apariencia. Cuando se pinta sobre superficies metálicas con herrumbre, la corrosión continuará indefinidamente.

Dependiendo del tipo y grado de materiales indeseables, la preparación de las superficies metálicas se puede hacer por medio de tratamientos físicos o químicos.

a) Tratamientos físicos.

a.1) Manuales o con herramientas usando cepillos de alambre, lijas, cincel, buril, discos abrasivos, espátulas, etc, principalmente para eliminar herrumbre o películas de pintura deterioradas principalmente.

a.2) Chorro de arena (sandblasting) útil para eliminar herrumbre severo y/o acelerar la preparación de la superficie. Los equipos usados normalmente contienen un motor eléctrico o de gasolina para operar un compresor de aire. La arena se mezcla con el aire a presión y el chorro se arroja por la boquilla.

b) Tratamientos químicos.

Encuentran aplicabilidad los métodos descritos de:

- 1) Solventes de limpieza y desengrase
- 2) Limpieza con álcalis .
- 3) Limpieza con vapor o agua caliente.
- 4) Limpieza con ácidos.
- 5) Uso de removedores.
- 6) Fosfatizado.

3.4 Igualación de color.-

Algunas consideraciones importantes cuando se va a igualar un color serán:

- a) Superficie sobre la que se va a aplicar
- b) Cambio de tono del material al secar.
- c) Iluminación ó tipo de luz (natural ó artificial)
(Tabla Reinhardt)
- d) Colores que rodean al objeto igualado.
- e) Fatiga Visual al igualar.

-Superficie sobre la que se va a aplicar y Cambio de tono del material al secar.-

Al secar algunos colores se vuelven más oscuros y otros más claros, algunos cambian muy poco. El procedimiento más adecuado es aplicar sobre una muestra de la superficie que va a ser pintada y dejar secar para observar el tono obtenido.

-Iluminación ó tipo de luz.-

Para indicar prácticamente la diferencia entre varios muros pintados con el mismo color y bajo distinta iluminación, puede citarse la experiencia de Reinhardt (Intensidad de la iluminación 50 bujías-metro en todos los casos).

Por lo tanto, es enteramente obvio que la calidad de la luz bajo la cual se hace la igualación debe ser controlada. Pueden observarse en el comercio diferentes fuentes de luz. Un color puede igualarse en condiciones controladas bajo una luz lo más aproximada a la luz del día. Por otra parte, puede emplearse para la igualación, la luz de una lámpara incandescente y en muchos casos la diferencia es pequeña, pero en otros la diferencia puede ser muy grande.

Los colores con los que ocurre ésto, se dice que son metaméricos.- Habría que cambiar de pigmento para reducir las diferencias al mínimo.

COLOR CARACTERISTICO DE ALGUNOS TIPOS DE LUCES.

Designación de Lámpara	Abreviación en marca (Westinhouse)	Apariencia de Color aparente de lámpara	Aplicación Principal
Luz de Día	D	Blanca-azulosa	Fábricas, aparadores de tiendas, oficinas.
Luz blanca. Standard.	CW	Blanco	
Luz blanca de Luxe	CWX	Blanco	Fábricas, escuelas, tiendas, oficinas.
Blanca	W	Blanco Cremoso	Tiendas, oficinas, casas, inspección de color.
Blanca suave Standard	WW	Blanca-amarillenta	Tiendas, casas.
Blanca suave de Luxe.	WWX	Blanca-amarillenta	Tiendas, oficinas, casas, restaurants.
Blanca suave	SW	Blanco-durazno	Tiendas, casas, restaurants.

Los colores oscuros absorben gran parte de la luz bajo la cual son igualados. Es tan pequeño el porcentaje de la luz que reflejan, que se necesita muy buena y muy experimentada vista para compararlos con éxito. Conociendo ésto, lo lógico es emplear áreas extensas y luces más brillantes al igualar colores oscuros. Así por ejemplo, cuando se igualan colores con una débil iluminación, los grises aparecen más claros o más oscuros. No se puede juzgar si hay presente algún otro color. Por otra parte, si la luz que se emplea para igualar colores es muy brillante, puede experimentarse fatiga visual. Las fábricas de pinturas han usado de 50 a 600 bujías metro para la igualación de colores; creemos que una intensidad de 300 a 350 bujías metro es una iluminación conveniente.

-Colores que rodean al objeto igualado.

Los colores sólo son visibles por contraste o comparación con otros. El ojo no puede recordar los colores a no ser por comparación con normas fijas.

Por ejemplo, si se pintan dos triángulos exactamente del mismo color sobre fondos de color diferente, podrán verse del mismo tono a condición de que cubran los fondos con una pantalla. Al retirar la pantalla y aparecer el fondo, los triángulos se verán muy diferentes en color. El cliente puede sentirse disgustado en alguna ocasión al darse cuenta de que el color que ve en su pared resulta diferente del que escogió en el muestrario. Al escoger un color, se tienen que tomar en cuenta los otros colores que habrá en el cuarto que se va a pintar, puesto que los colores circundantes afectan el tono del color escogido. El amarillo, sobre un fondo verde, tendrá un tinte rojizo. El amarillo sobre un fondo anaranjado, tendrá un tinte azulado. Es claro por estos ejemplos, que no es posible comparar visualmente ningún color a menos que se observen en condiciones exactamente iguales.

- Fatiga Visual al igualar.

Cuando se mira fijamente un objeto rojo brillante durante más de -- 30 segundos, parece que el color se vuelve más claro; los ojos se sienten muy fatigados. Si se retira el objeto rojo, entonces aparece la imagen complementaria debido a la fatiga, y que es de color verde azulado. Esta imagen se debe al esfuerzo del ojo por neutralizar y aliviar la fatiga ocasionada por la larga exposición al color brillante. La relación de este hecho con la igualación de colores es puesta de manifiesto por los psicólogos. Han mostrado que si vemos fijamente un color brillante, y miramos luego un matiz oscuro, el matiz oscuro aparece desteñido. Al igualar colores, deben hacerse observaciones cortas, y dejando que los ojos reposen fijando la vista sobre un gris neutro. En ocasiones, al comparar dos colores, uno al lado del otro el de la derecha o el de la izquierda puede aparecer más limpio o más sucio. Cámbiese de posición las muestras por comparar.

La mayor sensibilidad en lo que respecta a la comparación o igualación de colores, se encuentra en el verde, en la región media del espectro. A medida que nos desplazamos hacia el extremo rojo o -- hacia el violeta, la sensibilidad, o sea la discriminación del color disminuye. Se ha encontrado que un buen igualador de colores puede notar diferencias tan pequeñas como cinco longitudes de onda en los extremos rojo y violeta del espectro; sin embargo, estas mismas personas no pueden notar una diferencia de una longitud de onda en el centro visible del espectro.

La igualación de los colores se hace generalmente mediante ensayos y errores, y depende principalmente de la experiencia del operador. Hay dos métodos de encontrar la cantidad de colores requeridos:

- 1.- Usando pigmentos secos.
- 2.- Usando colores fluidos y algo de la pintura que se va a igualar .

Decorando con Pintura.-

Ya sea que se trate de pintar un closet o que se trate de un trabajo de decoración que importe miles de pesos, un nombre imaginativo ayudará a que ésta se venda. En los trabajos de venta de pintura para decoración el uso de una poca de psicología a menudo rinde buenos dividendos.

Si se piensa en un cliente prospecto (de preferencia mujer) y si ésta no tiene idea precisa de lo que usted describe como colores "nube" ó "turquesa" es muy posible que ella se intrigará por su terminología romántica y disfrutará su uso, y a su vez disfrutará también el mostrar el trabajo terminado a sus amigas.

Así mismo se considera una buena arma de ventas, el contar con catálogos de colores de gran variedad. Este tipo de catálogos dará una buena información a sus clientes y a usted le proporcionará la imagen de estar actualizado en las últimas tendencias del uso del color, con lo que el cliente se mostrará confiado en su consejo y seguro con el material que le recomiende.

3.5 Estilizando con Pintura.-

Estilizar significa básicamente el hacer que un objeto cualquiera luzca sus ventajas de la mejor forma posible, dándole un toque de singularidad. Un método para lograrlo es el uso de recubrimientos coloridos, de modo que es posible lograr que un cuarto, una casa, una bodega ó un mueble enfatizen sus mejores características, disimulando aquellos aspectos menos favorables. Por ejem. la belleza de un mueble puede hacerse notar rodeándolo de un color diferente, de modo que por su color y otras características resalte en el área deseada.

Para disimular o minimizar, se aconseja la igualación a tonos semejantes a los de las áreas que lo rodean para que sea menos notables los defectos.

Aplicando este concepto al pintar casas o edificios se tiene que:

Dos casas del mismo tamaño, una pintada de un color brillante y otra en un color obscuro, observadas a la misma distancia no se verán del mismo tamaño, ya que la casa pintada en color más claro parecerá más grande.

En interiores si se pinta el cielo raso y las paredes de un cuarto en un tono claro y otro cuarto de igual tamaño en un color muy obscuro parecerá más grande el primero.-

3.6 Colores para la Industria.

Código de colores de seguridad.-

El color ha sido desde hace muchos años un factor cada vez más importante en la seguridad industrial. Se tienen registrados numerosos casos en los que el índice de accidentes ha disminuido apreciablemente, gracias a la identificación adecuada de las zona peligrosas. En lo que se refiere a lesiones personales, la disminución ha llegado a ser hasta de 40% al implantar un programa de color. Esto es el resultado de dos aspectos del programa de color; mejor visibilidad y facilidad en la identificación rápida de las zonas de peligro.

Si las partes y objetos peligrosos están señalados con colores llamativos. Si los pasillos están perfectamente marcados con líneas de tráfico. Si los corredores y lugares oscuros se pintan de colores claros que reflejan la luz, forzosamente se tendrá como resultado la disminución de accidentes y por lo tanto, el aumento del índice de seguridad.

GUIA PARA UNA ADECUADA ELECCION DE COLOR.

- Colores Claros. Reflejan más luz, parecen más ligeros en peso, hacen que las cosas parezcan más grandes y lo hacen sentirse más alegre.
- Colores Oscuros. Absorben la luz, parecen más pesados, hacen que las cosas se vean más pequeñas y más cercanas, deprimen si se usan en superficies muy grandes.
- Colores brillantes. Donde se usan, dan la impresión de amplitud, atraen la vista, algunas veces se usan para llamar la atención y distraer de algo poco atractivo.
- Colores Cálidos. (Rojos, naranjas, amarillos.) Parecen que avanzan hacia usted, transmiten una sensación cálida, son estimulantes.
- Colores Fríos. (Azules, violetas, azul-verdes, azul-gris.) Hacen que las cosas parezcan frías y que se alejan, son relajantes.
- Recordar también que: Las superficies separadas al romper la unidad, parecen mas pequeñas de lo que son, las líneas verticales dan la aparición de dar más altura, las horizontales de más longitud, los cuartos cuadrados pueden ser más atractivos dando a una pared un punto de interés.
- No olvidar que... para minimizar efectos no deseados por medio de la pintura, el color seleccionado debe ser similar al del área circundante..
- No olvidar que... para enfatizar es bueno usar un color o tinte diferente al del área circundante.

EJEMPLOS DE COLORES QUE PUEDEN USARSE PARA ESTILIZAR CON PINTURA.

Si la casa tiene un techo que es...	Se verá bien si el cuerpo se pinta...	Con ésto y como adorno se puede usar.	Y para persianas y puertas colores tales como...
G r i s	<ul style="list-style-type: none"> - Amarillo claro. - Blanco ostión - Verde pálido - Gris claro - Beige rosado 	<ul style="list-style-type: none"> - El mismo color que el cuerpo. - Blanco, crema ó gris. 	<ul style="list-style-type: none"> - Azul-verde -Azul pálido - Verde Claro - Coral - Rojo óxido - Amarillo ó Turquesa
V e r d e	<ul style="list-style-type: none"> - Blanco - Crema - Gris - Verde pálido 	<ul style="list-style-type: none"> - El mismo color que el cuerpo . - Blanco ó crema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Azules. - Azul-verdoso - Gris - Colores Paja - Rojo óxido.
R o j i z o	<ul style="list-style-type: none"> - Arena - Crema - Gris - Blanco 	<ul style="list-style-type: none"> - El mismo color que el cuerpo. - Blanco ó crema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Azul pálido - Rojo óxido - y Tonos café
C a f é	<ul style="list-style-type: none"> - Ante - Crema - Blanco 	<ul style="list-style-type: none"> - El mismo color que el cuerpo. - Blanco ó crema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Azul-oscuro - Verdigris - Verde - ó tonos canela.

Códigos de Colores.-

Mientras que al principio el uso de colores de seguridad resultó muy efectivo para la prevención de accidentes, algo de esta ventaja se perdió a causa de la falta de uniformidad, tanto en los colores tipo, como en los métodos empleados para utilizarlos. Los esfuerzos para llegar a establecer un sistema uniforme de colores de seguridad, se vieron coronados en 1945, al publicar la American Standards Association su Código de Colores de Seguridad para la Identificación de Riesgos Físicos, que se conoce como ZR 53.

Este primer código, sugería el empleo de tres colores: rojo, verde y amarillo, además de blanco y negro.

En 1953, se hizo una revisión, y se adicionaron los colores naranja y azul. Este código modificado es el que está aceptado actualmente y es utilizado por la industria en general.

Proporciona un sistema ordenado y uniforme de identificación que puede aplicarse a cualquier tipo de industria. Permite al trabajador identificar rápidamente todas las áreas de peligro y los dispositivos de seguridad, preparándolo de antemano para un caso de emergencia.

En industrias en las que se ha implantado este código de seguridad, el trabajador puede ir de un departamento a otro, o inclusive cambiar de empleo y sin embargo, reconocerá siempre las señales de seguridad, ya que éstas invariablemente indicarán lo mismo.

Principios básicos del Código de Colores.-

La experiencia ha demostrado ampliamente que el uso del color como medida de seguridad debe seguir un patrón lógico. Debe estar de acuerdo con los usos tradicionales; por ejemplo, rojo para indicar equipos contra incendio, verde para seguridad, etc.

Los colores empleados en un programa de seguridad no solo deben atraer la atención, sino que deben estar asociados a una idea predeterminada, distinta para cada uno de ellos. La reacción de un individuo al observar un cierto color, debe ser inmediata y positiva. No debe existir ninguna duda ni confusión, respecto al significado de las señales.

Otro factor importante consiste en seleccionar los colores que tengan la máxima visibilidad.

Debe tomarse en cuenta la posibilidad de que algún trabajador sea daltónico (incapaz de distinguir los colores). Es necesario conocer perfectamente quienes son estas personas y tener un registro de ellas, a fin de darles un entrenamiento especial.

*Selección de acuerdo a su uso.-

Los colores básicos recomendados por el Código de Seguridad de la A.S.A., son 8 en total: rojo, naranja, amarillo, verde, violeta, azul, blanco y negro.

Rojo es el color básico para designar:

- a) Equipo de protección contra incendio.
- b) Peligro
- c) Alto (movimiento)

Dónde usar el color Rojo.⁴

Los objetos específicos que deberán pintarse de rojo incluyen: equipos para prevención de incendios.

1. Cajas de Alarma
2. Depósitos de mantas protectoras.
3. Cubetas para incendio.
4. Extinguidores.
5. Bombas contra incendio.
6. Salidas de emergencia.
7. Aspersoras contra incendio.
8. Señalar la localización de mangueras contra incendio (sopletes y carretes de las mismas)
9. Columnas en las que se encuentran las válvulas del sistema de aspersión (si la columna también constituye un riesgo para el tráfico, píntese en rojo la parte superior, y el soporte en franjas amarillas y negras).

Zonas de Peligro.

Latas y recipientes que contengan líquidos inflamables (con excepción de los recipientes para el embarque de los mismos).

Señales de Alto.

Frenos de emergencia en máquinas peligrosas, por ejemplo: molinos de hule, etc.

Botones para accionar los interruptores eléctricos que detienen la maquinaria.

El color rojo se ha aceptado comúnmente para la identificación de fuego, es lógico utilizar este color para señalar el equipo de protección contra incendio en una industria.

- Pilares, postes o columnas en áreas de paso.
- Señalar con franjas de color amarillo las rampas y plataformas de carga en carros de ferrocarril.
- Señales de precaución.

Con excepción del blanco, el amarillo es el más visible de todos los colores. En los lugares donde se requieren señales especiales de precaución, se utilizan combinaciones de amarillo y negro, por su gran brillantez y contraste. Sin embargo a causa de estas mismas propiedades de brillantez, el color amarillo debe emplearse sólo en aquellos lugares que realmente lo justifiquen. Límitese su uso a los lugares definitivamente peligrosos.

Las señales de color amarillo, atraen la atención del trabajador, haciéndole consciente del peligro, aunque se encuentre distraído en otras ocupaciones.

Dónde usar el color Verde . *

El verde es el color básico para designar: Seguridad y Localización de primeros auxilios.

La siguiente lista indica algunos de los artículos que deben pintarse en color verde.

- Localización de los servicios médicos de emergencia.
- Localización de botiquines de primeros auxilios.
- Localización de máscaras contra gases.
- Localización de camillas.
- Tableros para boletines de seguridad.
- Señales de seguridad.

Desde hace mucho tiempo, el color verde se ha asociado a la idea de seguridad y primeros auxilios, conjuntamente con el símbolo de la cruz. Por lo tanto, se emplearán cruces de color verde para señalar los artículos ya mencionados. Puede combinarse con color blanco, para hacer más llamativas y visibles las señales.

Dónde usar el color Azul.*

El azul es el color básico para señalar precaución, únicamente en lo que se refiere a no utilizar o mover equipo que se encuentre en reparación.

Es necesario colocar señales preventivas, tales como barreras protectoras, banderas, etc., en los puntos de arranque o en las fuentes de energía que mueven a la maquinaria en reparación; por ejem:

- Elevadores.
- Hornos.
- Tanques.
- Calentadores.
- Calderas.
- Controles eléctricos.
- Secadores
- Válvulas
- Garruchas
- Andamios
- Escaleras portátiles.

La función principal del color azul es evitar que el trabajador opere el equipo que está en reparación, causándose alguna lesión, o provocando cualquier otro tipo de accidente. Esto se ha utilizado desde hace muchos años en la industria ferrocarrilera. Los círculos de color azul colocados sobre vagones y otras piezas de equipo, están indicando que éstos no pueden ser movidos.

Dónde utilizar el color Violeta. *

El color violeta indica peligros por radiación . Debe utilizarse en combinación con el amarillo en rótulos, etiquetas, señales en el piso, etc.

1. Cuartos y áreas (dentro o fuera de los edificios) en los que se almacenan o manejan materiales radiactivos, o han sido - contaminados con éstos.
2. Recipientes para la eliminación de materiales radiactivos.
3. Recipientes que contienen materiales radiactivos.
4. Equipo contaminado con materiales radioactivos, que se encuentran fuera de un almacén especial.
5. Se utilizan luces de señales para indicar cuando un equipo que produce radiaciones se encuentra en operación.
6. Depósitos subterráneos de desecho o almacenamiento de materiales o equipos radioactivos.

Dónde utilizar los colores Blanco y Negro . *

El blanco, el negro o una combinación de ambos colores se utilizan para las señales de mantenimiento y tráfico. Pueden emplearse colores lisos, franjas o cuadros.

Sugerencias para su uso:

1. Límites de pasillos y corredores.
2. Puntos ciegos de los mismos .
3. Líneas de circulación en escaleras y pisos.
4. Localización de recipientes de desecho (latas de basura)
5. Franjas en las esquinas de unión pared, piso, en los cuartos y corredores.

El trazo de líneas de tráfico hace que el orden dentro de una industria aumente, mejorando al mismo tiempo la apariencia. Las franjas blancas en el piso y pared, alrededor de cuartos y corredores hacen que la limpieza sea más efectiva. Igualmente, las paredes y los pisos alrededor de los botes de basura deben estar pintadas de blanco, para hacer notoria cualquier suciedad y así evitar su acumulación. El gris es el color más práctico para los recipientes de basura en sí, pero sin embargo, estos pueden pintarse en color blanco, para enfatizar su limpieza.

Identificación de Tuberías.

Un importante factor de seguridad en la operación de instalaciones industriales es la identificación del contenido de las tuberías por medio de franjas de color y rótulos. La necesidad de esta identificación fue reconocida por la American Society of Mechanical Engineers hace más de 50 años. En 1928, el National Safety Council y la ASME, publicaron un esquema para la identificación de sistemas de tuberías, con la aprobación de la American Standards Association. Las recomendaciones ahí contenidas eran al mismo tiempo lógicas y prácticas. Estas constituyen la base de los sistemas actuales de identificación únicamente con algunos cambios.

Equipo de protección contra incendio	Rojo
Materiales peligrosos	Amarillo o naranja
Materiales inocuos	Verde (también blanco, gris o aluminio)
Materiales de protección	Azul brillante.

Equipo de protección contra incendio-Rojo.

Este grupo incluye tuberías maestras de sistemas de aspersion, tuberías de elevación y distribución. No se pintan las cabezas de los aspersores. El color rojo se utiliza también para hidrantes - puertas de emergencia para incendios, extinguidores y otros equipos utilizados para combatir el fuego. Se recomienda pintar toda la extensión de tubería de los sistemas de aspersion en color rojo;

6. Seguridad.

Normas básicas de seguridad y aplicación.

La mayoría de los accidentes que les ocurre a los pintores (de hecho cuatro de 5 accidentes) son causados por las siguientes cuatro causas:

- a) Caídas de andamios o de algún otro lugar elevado.
- b) Resbalones y caídas al nivel del suelo (lugares no elevados).
- c) Sobre esfuerzo
- d) Golpes con objetos o estructuras mismas o que eran -- golpeados por ellos.

Si usted previene los accidentes que se originan por estas causas, evitará casi todos los accidentes en el ramo de la pintura y decoración.

¿ Cuándo ocurren esos accidentes, y cómo se pueden prevenir ?

Caídas de andamios (y otros lugares elevados).

Uno de cada cuatro accidentes que suceden a los pintores son el resultado de caídas desde elevaciones, generalmente andamios o estibas.

Estos frecuentemente ocurren cuando los andamios se elevan, bajan o se mueven de un lugar a otro, o cuando suben o hacen movimientos entre ellos.

Para prevenir esos accidentes:

- a) Estar seguros que los andamios, escaleras y el equipo complementario cumpla con las normas de seguridad locales.

Para evitar éstos accidentes tenemos:

- Usar las herramientas adecuadas para destrabar ventanas. No intente hacerlo con las manos a menos de que se cuente con un firme soporte para hacerlo con ambas manos.
- Siga las 10 reglas para levantar objetos con seguridad, entre ellas se encuentran:
 - * Al levantar el objeto, si usted observa que es más pesado de lo que usted puede levantar, pida ayuda.
 - * Mantenga la espalda recta y elévese directamente con sus piernas.
 - * En un levantamiento en equipo (cuando dos ó más personas trabajan juntas) deje que solo una persona dirija las maniobras mientras todos levantan el objeto al mismo tiempo.

Manejo de pintura con seguridad.

En el trabajo con la pintura y sus derivados se deben de tomar las precauciones adecuadas para eliminar los riesgos contra la salud y posibilidades de incendio.

El trabajo con solventes.

Los solventes que se venden bajo diferentes nombres se usan como reductores de pintura, solventes para lacas, agentes desengrasantes y removedores de pinturas y barnices. Aquellos usados comúnmente por los "pintureros" incluye productos tales como, alcohol desnaturalizado, turpentine, nafta, bencina, benzol, "mineral spririt" y toluol.

Algunos de los solventes más raramente usados son bisulfuro de carbono, tetracloruro de carbono y éter.

La exposición prolongada, puede causar daños al hígado, corazón o causar otra enfermedad. Los bebedores de licor son particularmente susceptibles.

Los primeros síntomas de una exposición excesiva se manifiestan por náuseas, dolor de cabeza y mareos, seguidos por una gravedad más intensa pocas horas después. Los solventes líquidos actúan sobre la piel irritándola ya que remueve las grasas naturales de la misma, dejando la piel reseca, rojiza y propensa a una infección dérmica. Con los vapores de solvente, la piel reacciona dependiendo de la susceptibilidad del individuo.

Para asegurar un uso seguro de los solventes, se deben observar las siguientes medidas.

- 1.- Los solventes inflamables jamás se deben usar en donde sus vapores estén en contacto con gas o unidades eléctricas en granajes o cualquier otra fuente de ignición. El hecho de que no haya una fuente de fuego en las cercanías inmediatas de donde se hace uso del solvente, no es una garantía de seguridad. Los vapores del solvente son invisibles y más pesados que el aire y pueden desplazarse a una distancia de 10 mts. ó más hacia una fuente de ignición, como lo es un encendedor de cigarrillos ó una estufa. No use ningún solvente inflamable cerca de alguna terminal eléctrica, especialmente no limpie con solventes en donde debido a la electricidad estática, se pueden generar chispazos.
- 2.- Evite el trabajar con solventes que se encuentren en recipientes abiertos muy grandes. Se deberán mantener en una botella ó algún recipiente con una abertura relativamente pequeña. El recipiente se deberá mantener cerrado cuando no se use.

- 7.- No deje depósitos con solvente al alcáncce de personas que no estén familiarizados con los riesgos que implica su manejo. Tenga especial cuidado con los niños en este aspecto. Esté seguro de que los depósitos con solvente estén claramente marcados o etiquetados.
- 8.- Tome sus alimentos en un lugar limpio, lejos de la zona usada para pintar y fuera del alcance de humos y vapores.

Trabajando con plomo.-

El plomo puede entrar en el cuerpo y causar síntomas tóxicos por deglución, inhalación de vapores, polvo, humos o niebla o por penetración a través de la piel.

Cuando trabajamos con pinturas que contengan plomo, debemos tener la precaución de mantener nuestras manos lejos de nuestra boca y nuestras uñas cortas y limpias; lavarnos las manos cuidadosamente antes de comer o fumar; usar mascarilla cuando se vaya a pintar o lijar pinturas que contengan plomo; asegúrese de que exista una buena ventilación siempre.

Compuestos de Zinc.-

El zinc no es peligroso, sin embargo la mayoría de las pinturas con pastas de zinc tienen algo de óxido de plomo. Esta precaución puede extenderse a todas las pinturas con excepción de las que tengan una etiqueta distinguiéndolas como seguras y no tóxicas.

Acidos y Alcalís.-

El uso de ácidos para limpieza y preparación de superficie, desengrase de metales y otros usos menos comunes, debe efectuarse cuando se ha protegido adecuadamente al cuerpo con lentes, guantes de hule y ropa adecuada. Acidos como el muriático, sulfúrico ó clorhídrico requieren de una mayor protección cuando se diluyen con agua. Cuando se mezcla agua y un ácido, hay fuerte desprendimiento de calor. Se recomienda adicionar pequeñas cantidades de

ácido en el agua para evitar una reacción peligrosa. No se debe
adicionar agua en el ácido. Los productos químicos fuertes deben
de usarse solo cuando se tenga un conocimiento adecuado del mane-
jo del producto.

Los álcalis son igualmente peligrosos, algunos como el fosfato
trisódico son de uso frecuente y soluciones concentradas de éstos
pueden irritar la piel si se tiene un contacto prolongado. Otros
tal como la sosa cáustica y la potasa son extremadamente peligrosos
y deben ser usados con todo tipo de precauciones incluyendo
"goggles", guantes de hule y petos o delantales de cuero.

Los materiales cáusticos se hacen menos peligrosos cuando se
les adiciona agua. Si se tiene una solución de un álcali hay que
lavar inmediatamente.

Doctor...

ácido oxálico especialmente peligroso para el sistema
nasal y es muy tóxico.

Peligros eléctricos.

La electricidad puede ser un peligro para los pintores. No solo
puede encender solvente, sino que también puede producir un
corto circuito severo. Hay que ser cuidadosos al usar agua o
pinturas solubles en agua en lugares cercanos a conductos eléc-
tricos, porque puede recibirse una descarga. Un pintor que
esté usando escaleras de aluminio debe de tener mucho cuidado
trabajar cerca de cables. El mejor camino para evitar un riesgo
eléctrico es desconectar la corriente eléctrica mientras se
trabaja.

Peligros de Fuego.-

Un peligro real de un accidente personal es el fuego, cuando se trabaja con sopletes u otras formas confiables de remover pintura con calor. Hay que conocer las reglas de seguridad para manejar este tipo de instrumentos ya que la falla de una de estas reglas puede causar un accidente personal ó hasta la destrucción de una propiedad. Las paredes pintadas pueden ser inflamables - dependiendo de la pintura que se haya utilizado y pueden quemarse en cualquier momento. Por esto hay que ser extremadamente cuidadosos de no fumar o prender cerillos cerca de ellos.. Antes que todo hay que observar las reglas de limpieza que no haya - trapos sucios, pisos sucios, etc. para trabajar en un lugar seguro y sin riesgos.

Higiene Personal.-

Algunas de las heridas menores vienen de pequeñas irritaciones - que pueden ser serias cuando no se atienden adecuadamente. Pequeñas ampollas, arañes, astilladuras, quemaduras y golpeaduras, - deben ser tratados y observados si existiera alguna evidencia de infección.

Siempre hay que lavarse cuidadosamente antes de comer y después de trabajar o antes de fumar. Después de trabajar con pintura, se puede limpiar la pintura con un poco de solvente y después - lavarse con agua y jabón; hay que tomar leche y agua; hay que cambiarse las ropas de trabajo al menos una vez a la semana.

Es necesario que un pintor expuesto a riesgos o a trabajo pesado tenga buenos hábitos - ya que ésto le ayudará a que su vida sea más sana y evite riesgos innecesarios.



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

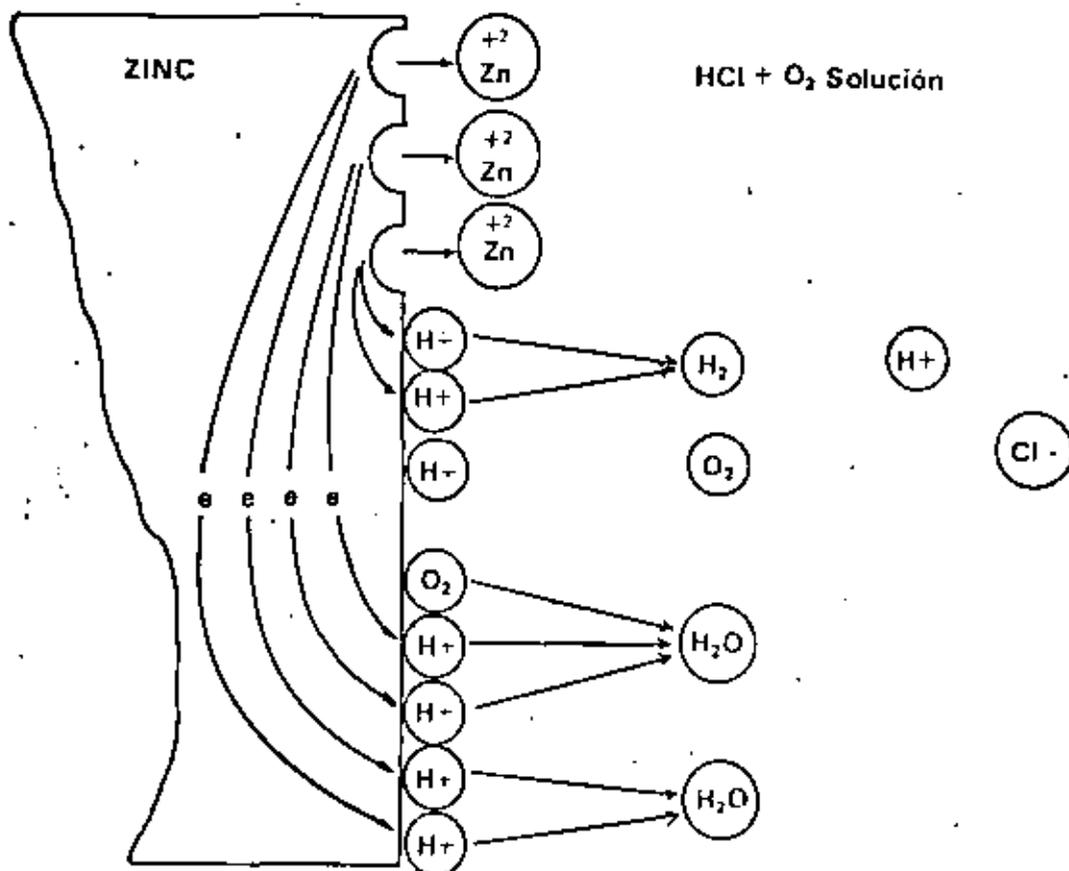
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

PROTECCION CONTRA LA CORROSION
(ANEXO)

ING. MANUEL F. GUERRERO FERNANDEZ

AGOSTO 1983

Al considerar la corrosión del zinc en una solución de ácido clorhídrico conteniendo oxígeno disuelto, (Fig. 1), hay la posibilidad de dos reacciones catódicas; el desprendimiento del hidrógeno y la reducción del oxígeno por lo que la velocidad de corrosión del zinc se incrementa. Lo anterior indica que las soluciones ácidas conteniendo oxígeno disuelto o expuestas, al aire, son generalmente más corrosivas que los ácidos exentos de oxígeno y como conclusión puede establecerse que la remoción del oxígeno de las soluciones ácidas las hace menos corrosivas. Este es un método común para reducir la velocidad de muchos medios ambientes en los que la remoción del oxígeno puede hacerse por medios químicos o mecánicos.



FENOMENO DE POLARIZACION.

A continuación se presenta, en forma breve, el concepto de polarización, el cual es muy importante para comprender el comportamiento corrosivo y las reacciones electroquímicas de la corrosión.

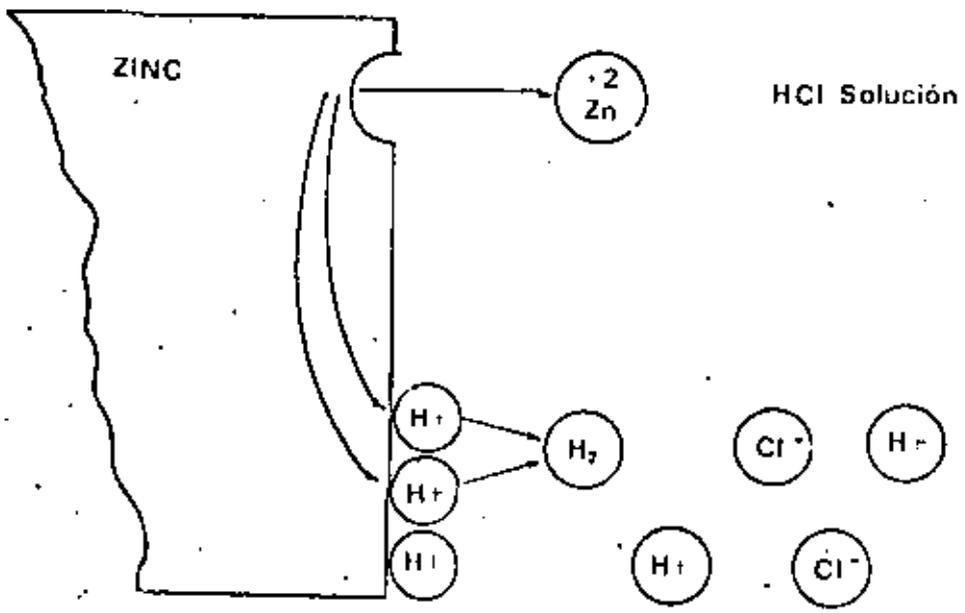
La velocidad de una reacción electroquímica está limitada por varios factores fisicoquímicos y ambientales que lo retardan, diciéndose en este caso, que está polarizada. La polarización se puede clasificar en forma conveniente en dos tipos diferentes, a saber :

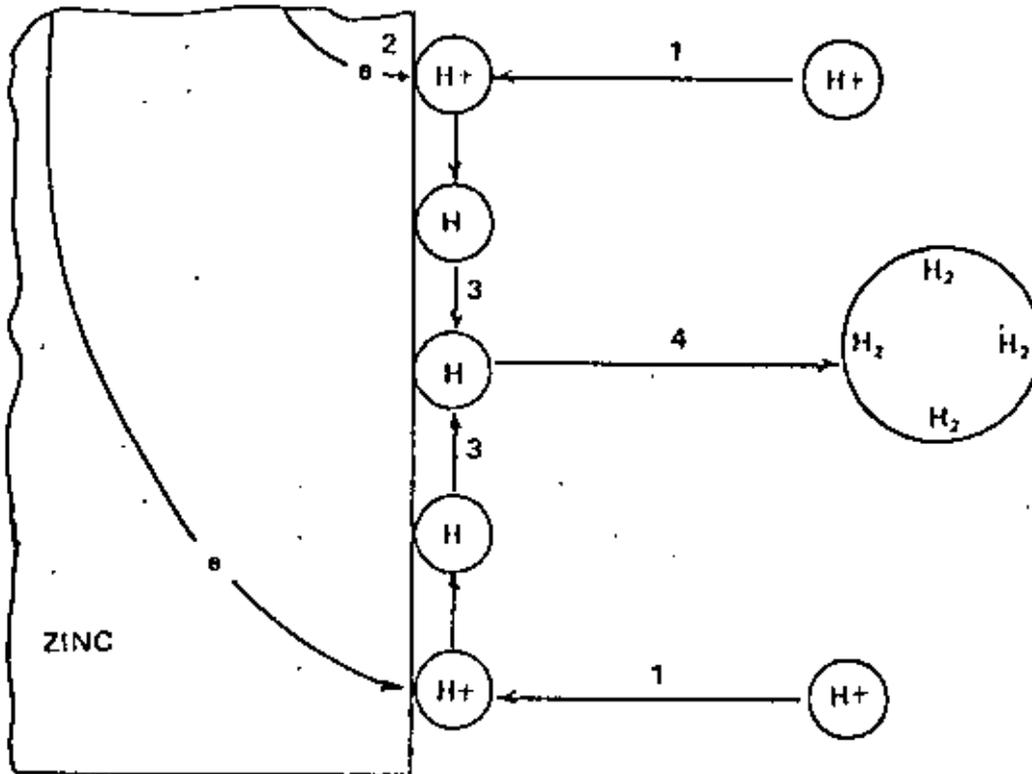
Polarización por activación.

Polarización por concentración.

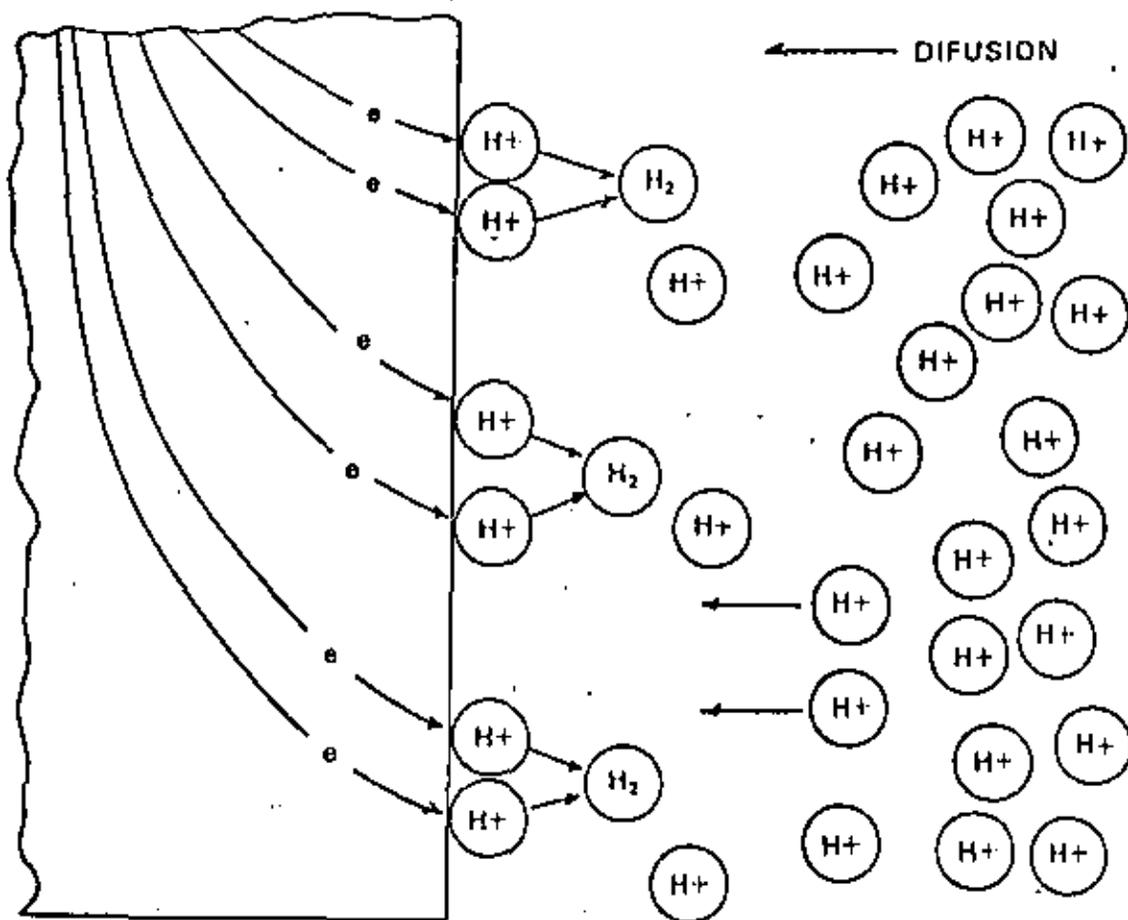
La polarización por activación, se refiere a un proceso electroquímico controlado por la secuencia de la reacción en la interfase metal-electrolito, que se puede ilustrar fácilmente, considerando la reacción de disolución del zinc por el ácido clorhídrico, con desprendimiento de hidrógeno.

En el siguiente esquema, se muestra esquemáticamente los pasos posibles de reducción de los iones hidrógeno sobre la superficie metálica de zinc y pueden ser utilizados para cualquier especie sobre una superficie metálica.





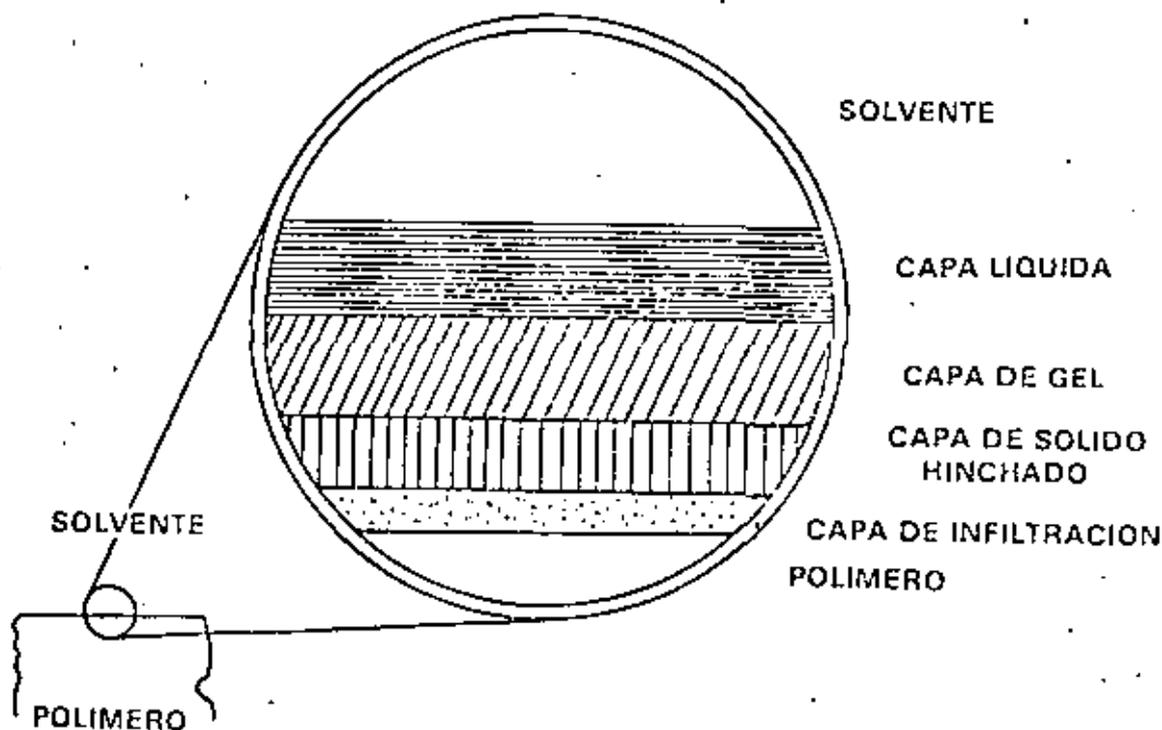
La polarización por concentración se refiere a las reacciones electroquímicas que pueden controlarse por la difusión en el electrolito, como la ilustra el siguiente esquema en que se presenta el desprendimiento del gas hidrógeno.



En este caso, el número (concentración) de iones hidrógeno en la solución es muy pequeño y la velocidad de reducción estará controlada por difusión de los iones de hidrógeno hacia la superficie metálica. Es conveniente hacer notar, que en este caso, la velocidad de reducción depende más que nada de los procesos que ocurren en el seno de la solución y no lo que sucede en la superficie misma del metal.

De las observaciones anteriores, se puede concluir que la polarización por activación es el factor que controla los procesos corrosivos en medios ambientes con elevada concentración de especies activas, como sucede por ejemplo en soluciones ácidas concentradas, mientras que la polarización por concentración, generalmente predomina cuando la concentración de las especies reducibles es pequeña como sucede en los procesos corrosivos débilmente ácidos o de soluciones salinas verdadas, de tal manera que la polarización por

complejo y se puede comprender en forma sencilla a partir del diagrama que se presenta a continuación :



Entre las fases líquido y sólido, se forma una interfase formada por varias capas.

Pequeñas cantidades del solvente penetran en el polímero, formando una capa de infiltración, que naturalmente, tiene propiedades físicas alteradas. Arriba de ésta, se tienen capas de sólido hinchado y de gel conteniendo grandes cantidades de solvente.

Esto tiene como consecuencia, la formación de un gradiente de concentración de la capa líquida que se extiende hacia afuera, del polímero hacia la



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

INSTALACIONES HIDRAULICAS

Ing. Armando Ceballos Aldape

AGOSTO, 1983

MANTENIMIENTO.

IMPORTANCIA:

Es necesario contar con un mantenimiento eficaz, ya que ésto nos dará mayor seguridad en la continuidad del servicio, obteniéndose ahorros considerables al evitar fallas que si no se atienden cuando son incipientes puedan ser muy costosas. Para asegurar una buena operación y conservación del equipo, es necesario revisar y efectuar pruebas sistemáticas.

Para el mantenimiento preventivo deben efectuarse inspecciones de rutina a las partes del equipo que puedan estar sujetas a desgaste, desalineamiento, deterioro o daños, y a todo el equipo al que se le deben efectuar pruebas periódicas o ajustes para asegurar su funcionamiento en condiciones apropiadas. Para ello se elaboran programas en los cuales se muestran cada uno de los equipos que deben ser inspeccionados, el mejor arreglo es en forma gráfica. En estas gráficas únicamente se anota el nombre del equipo que va a ser inspeccionado y la fecha en que está programado.

Con ello el superintendente de mantenimiento puede observar cuáles son las inspecciones que se van a efectuar y preparar la forma de inspección para solicitar el personal encargado que la efectúe.

La apropiada programación de las inspecciones de mantenimiento, tiene por objeto evitar inútiles inspecciones frecuentes, y a la vez asegurar que todos los daños incipientes sean localizados y corregidos antes de que ocasionen una interrupción del servicio y daños graves en el equipo.

Es conveniente llevar datos de costos y de tiempos empleados en los mantenimientos, para contar con estadísticas en la programación y planeación de futuros mantenimientos. También deben servir para estudiar posibles mejoras en los sistemas de control y métodos empleados.

HISTORIAL:

Al formar el historial de un equipo se deben incluir sus características, indicando todos aquellos datos que sean necesarios para identificarlo plenamente y obtener de él la información concerniente, sin embargo, es necesario estar actualizando esta información, con ese objeto se elaboran hojas para censo del equipo eléctrico que en cada planta y subestación deberán de ser llenados con los datos proporcionados por los fabricantes, los cuales serán comparados con los que se tienen en las oficinas de control.

Del Bureau of Reclamations de Denver, Colorado, se obtuvo una guía de la frecuencia con que deben ser revisados los equipos fundamentales de plantas y subestaciones; con algunas modificaciones para adaptarlo a las necesidades nacionales, se muestran a continuación puntos a revisar y las indicaciones generales necesarias.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento Preventivo tiene como objetivo el detectar las posibles fallas en los equipos antes que éstas se presenten.

Las principales ventajas que presenta el establecer un Mantenimiento Preventivo son:

- Mayor vida útil del equipo
- Mejor eficiencia en la operación
- Carga uniforme del trabajo de mantenimiento
- Reducción de los tiempos muertos
- Menor costo en las reparaciones
- Evitar fallas mayores
- Mayor seguridad en la operación para el equipo y personal.

Para el desarrollo del Mantenimiento Preventivo se requiere del conocimiento de:

- Manuales de mantenimiento de cada uno de los equipos.
- Programa de operación del sistema.



Las actividades del Mantenimiento Preventivo son:

- Inspección.

Esta actividad considera la revisión del equipo con objeto de detectar posibles fallas. Se considera que la inspección de los equipos de bombeo es continuo a través de las funciones del sistema de control supervisorio de cada uno de los equipos, adicionalmente a la inspección rutinaria efectuada por el operador, al arranque y paro de cada unidad, así como en los recorridos de observación durante la operación del equipo.

A) Inspecciones de rutina.

Con las inspecciones de rutina como parte del mantenimiento se pretende detectar las fallas y/o anomalías de los equipos principales y sus sistemas auxiliares, las inspecciones de rutina a realizar en los equipos son las siguientes:

a) Bomba

Verificar en el prensa-estopas



Verificar el nivel de aceite en el tanque o grasera para el caso de las bombas verticales y la presión y gasto del lubricante así como posibles fugas para las bombas

Verificar las vibraciones de la unidad en funcionamiento.

Verificar la limpieza en general de la bomba y sus accesorios.

b) Motor

Verificar el sistema de enfriamiento, presión, gasto y posibles fugas.

Verificar el sistema de lubricación, presión, gasto y temperatura de las chumaceras y posibles fugas del lubricante.

Verificar las vibraciones de la unidad.

Verificar la limpieza en general del motor y accesorios.



c) Válvula de Control

Verificar su apertura al 100% si la unidad está funcionando o su cierre al 0% si la unidad de bombeo está fuera de servicio.

Verificar los niveles del líquido en los tanques del actuador de la válvula, así como las probables fugas de líquido.

Verificar la limpieza de la válvula y sus accesorios.

d) Arrancadores

Verificar el estado de los contactos.

Verificar las conexiones y terminales.

Verificar la limpieza en general del arrancador.



e) Sistema de lubricación

Verificar los niveles de los tanques de lubricante

Verificar la bomba de lubricación (estopero)

Verificar la temperatura del lubricante

Verificar fugas en el sistema de lubricación.

Verificar la limpieza de la lubricadora y accesorios como mirillas y aparatos de medición.

f) Sistema de enfriamiento

Verificar los niveles en los tanques de agua helada

Verificar la presión y gasto del agua de enfriamiento a los equipos.

Verificar las fugas del sistema de enfriamiento

Verificar la temperatura del agua de enfriamiento

Verificar la limpieza general del sistema.



g) Subestación

Los equipos de la subestación como transformadores, interruptores, conexiones a tierra, etc. deberán inspeccionarse continuamente en forma general requiriendo verificaciones específicas sólo si los transformadores están trabajando con el sistema FA. Es necesario efectuar inspecciones en los servicios generales de la planta como alumbrado e instalaciones hidráulicas y sanitarias, así como a todas las instalaciones expuestas a la intemperie, así como a la obra civil de la planta como: muros, atraques, techumbres, piso, puertas, accesos, etc.

Cabe mencionar que todos los equipos de las plantas cuentan con sistemas de protección que actuarán a la falla de alguno o algunos de los elementos que integran los equipos, y que las inspecciones de rutina son observaciones visuales que pueden detectar daño o fallas a los equipos y así prever el mantenimiento requerido antes de que se presente la falla.

B) Servicio

Esta actividad contempla los trabajos necesarios para mantener la buena apariencia y funcionamiento del equipo.



Los principales trabajos que se contemplan dentro de esta actividad son:

- . Limpieza
- . Pintura
- . Lubricación.

Estas actividades del servicio como parte del mantenimiento preventivo se aplicarán a los equipos y sus accesorios, cuando se detecte la falla por inspección de rutina o por la inspección que se realice cuando la unidad se encuentre en período de mantenimiento correctivo o recomendación del fabricante.

C) Reparación

En esta actividad se agrupan los trabajos necesarios para la corrección de las fallas del equipo y/o de sus elementos constitutivos, instalaciones y servicios auxiliares.

Las reparaciones que se efectuen en los equipos, deberán realizarse respetando al máximo las recomendaciones que especifique el fabricante para cada caso.

En el período de mantenimiento de cada grupo se deberán realizar las actividades de inspección, reparación y cambios, considerando para cada equipo o sistema las tolerancias, ajustes y recomendaciones de los fabricantes de los respectivos equipos para el remplazo o modificación de los elementos de los equipos.

D) Cambio

En esta actividad se contempla la substitución de los elementos que han fallado y/u concluido su vida útil.

E) Modificación

En esta actividad se consideran los trabajos necesarios para alterar el diseño y/o construcción original del equipo, con objeto de reducir o eliminar las fallas repetitivas. Un adecuado mantenimiento preventivo debe detectar las fallas repetitivas, identificando sus causas, parámetros básicos para poder llevar a efecto una correcta modificación.

Las frecuencias y períodos para efectuar las diferentes actividades del mantenimiento preventivo, están definidas en los manuales particulares de mantenimiento de cada equipo.



MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El objetivo del mantenimiento correctivo es el de la corrección de las fallas a medida que se presentan.

Con objeto de detectar las posibles fallas, así como su causa y efecto que pudieran tener los equipos en la operación del acueducto, a continuación se presentarán una serie de prontuarios, que permitirán ubicar las fallas y sus soluciones recomendables, los prontuarios que se presentan serán aplicables tanto para la unidad de bombeo principal, como para sus sistemas auxiliares, por lo que éstos se han agrupado en:

- Bombas	Tablas	1.1	a	1.5
- Motores	Tablas	2.1	a	2.3
- Válvulas de control	Tablas	3.1	a	3.3
- Subestación eléctrica	Tablas	4.1	a	4.6
- Válvulas de seccionamiento y check	Tablas	5.1	a	5.2



PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE BOMBAS

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	CAUSA	CORRECCION RECOMENDASLE AL DESPERFECTO
- La Bomba no suministra gasto.		- Válvula de Succión cerrada.	Abrir la válvula de succión.
		- Altura de descarga excesiva.	Revisense las condiciones de operación, pérdidas por fricción en la tubería, así como alturas de succión y descarga.
		- La altura de succión excesiva.	Revisese el nivel en el tanque de succión.
		- La altura de succión demasiado baja.	Revisese el nivel en el tanque de succión, debe tener la sumergencia requerida por la bomba.
		- Impulsor o tubería obstruidos.	Inspeccionar la tubería, succión e impulsor de la bomba.
- La Bomba no da su rendimiento pleno normal. - La Bomba suministra un gasto menor al nominal.		El líquido bombeado contiene aire ó gases.	Revisese la línea de descarga, válvulas de admisión y expulsión de aire.
		Infiltración de aire por la succión o en la caja de estopas.	Taponeo de la tubería de descarga y verificar con manómetro la presión para detectar la presencia de fugas.

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE BOMBAS

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	C A U S A	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
		Nivel del líquido en la succión muy bajo.	Revítese la sumergencia de la bomba en el tanque de succión.
		Sentido de rotación de la bomba es erróneo.	Revisar el sentido de rotación de la bomba y cambiar las fases en las terminales del arrancador del motor.
		Pérdidas por fricción demasiado elevadas en la instalación.	Revise la descarga de la instalación, así como las pérdidas por fricción del recorrido.
		Impulsor dañado o destruido.	Verifique el estado del impulsor.
		Velocidad de giro demasiado pequeña.	Revise las revoluciones del motor y verifique las requeridas por la bomba.
La Bomba suministra un gasto mayor al nominal.		Velocidad de giro demasiado grande.	Revise las revoluciones del motor y verifique las requeridas por la bomba.
		Altura de descarga de la instalación mas pequeña que la nominal de la bomba.	Revise la instalación y los niveles de succión y descarga.

FRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE BOMBAS

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DEFECTOR	CAUSA	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
<p>- La Bomba no suministra líquido, después de un cierto tiempo de arrancada.</p>		<p>Altura de descarga mas grande que la nominal de la bomba.</p>	<p>Revise la instalación y verifique recorrido y pérdidas por fricción.</p>
		<p>El líquido bombeado contiene gases o aire.</p>	<p>Verifique la instalación, -- válvulas de admisión y expulsión de aire y fugas en el sistema.</p>
		<p>Nivel en la succión demasiado bajo.</p>	<p>Verifique el nivel en el tanque de succión.</p>
		<p>Impulsor dañado o destruido.</p>	<p>Verifique el estado del impulsor.</p>
		<p>Cuerpos extraños en el impulsor.</p>	<p>Verifique el estado del impulsor y carcasa de la bomba.</p>
<p>La bomba no desarrolla la presión requerida.</p>		<p>El líquido bombeado contiene aire o gases.</p>	<p>Revise la instalación posibles inclusiones de aire en la succión por vortice válvulas de expulsión, etc.</p>
		<p>La velocidad de rotación es demasiado pequeña.</p>	<p>Revise las revoluciones del motor y verifique las requeridas por la bomba.</p>
		<p>Sentido de rotación de la bomba erróneo.</p>	<p>Verifique el sentido de rotación de la bomba, si lo requiere cambie del motor las fases en las terminales del</p>



T A B L A 1.4

FRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE BOMBAS

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	C A U S A	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO.
			arrancador.
		Altura de elevación menor que la nominal de la bomba.	Verifique la altura de descarga de la bomba y compárela con la nominal de la bomba.
		Impulsor o la succión de desgaste de la bomba dañados.	Verifique el estado del impulsor y los elementos de desgaste de la bomba, reemplazándolos si es necesario.
- Prensaestopas con demasiadas fugas.		Estopero desgastado.	Revise el estopero.
		Flecha o eje mal alineado.	Verificar la alineación de la flecha y cople del equipo.
		Impulsor y/o flecha mal balanceados.	Revisar el balanceo de los elementos rotatorios de la bomba.
		Prensaestopas flojo.	Sujeto adecuadamente el prensaestopas.
		Cajinets desgastados.	Revise las chumaceras del equipo.
		Suciedad y/o partículas abrasivas del agua lubricante en la caja estopero y flecha.	Revise y limpie la caja del estopero y flecha y mangos protectores.



T A B L A 1.5

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE BOMBAS

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	C A U S A	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
<p>- La unidad de bombeo demanda demasiada Energía.</p>		<p>Elementos rotativos de la unidad frenados.</p>	<p>Revise la unidad y sus partes móviles.</p>
		<p>El impulsor roza con la carcasa de la bomba.</p>	<p>Revise la bomba, observando tolerancias y juegos entre carcasa y partes móviles de la unidad.</p>
		<p>Lubricación insuficiente provocada por el exceso de prensaestopas demasiado apretado.</p>	<p>Revise los estoperos de las bombas y observe que se lubrique adecuadamente la flecha.</p>
<p>- El funcionamiento de la bomba es ruidoso e intranquilo.</p>		<p>Inclusión de aire en la tubería de succión.</p>	<p>Revise el nivel en el tanque de succión que se mantenga - el NPSH de la bomba.</p>
		<p>Cuerpos extraños en el impulsor o impulsor destruido.</p>	<p>Revise el impulsor de la bomba.</p>
		<p>Cojinetes desgastados o desbalanceo de las partes móviles de la bomba.</p>	<p>Revise los cojinetes y elementos móviles de la unidad.</p>

P

T A B L A 2.2

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE MOTORES

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	CAUSA	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
		La chumacera trabaja con sobrecarga.	Rectifíquese el alineamiento y revisense los empujes a que está sujeta la chumacera.
		- Viscosidad del aceite	Verifique la viscosidad especificada del aceite de lubricación.
Sobrecalentamiento de las bobinas o devanados		- El motor está sobrecargado.	Revísese las condiciones de operación del motor, voltaje, corriente, potencia, etc. Verifique la línea de suministro del motor.
		- Falla en el aislamiento de los devanados.	Verificar la resistencia del aislamiento.
		- Falla en el sistema de enfriamiento.	Verifíquese el sistema de enfriamiento del motor.
El motor esta sucio.		- Ventilación obstruida, las bobinas del rotor sucias y/o empolvadas.	Un motor limpio funciona con una temperatura de 10 a 30°C menor que uno sucio, por lo que el motor se deberá desarmar y limpiar todas sus partes.
El motor esta mojado o húmedo.		- El motor estaba sujeto a goteo, chorro de agua o inundación.	El motor deberá protegerse adecuadamente y deberá secarse con chorro de aire, en caso de inundación, el motor

T A B L A 2.3

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE MOTORES

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	C A U S A	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
			se deberá desarmar y secar en horno o con resistencias eléctricas, verificando el barniz aislante y la resistencia a tierra de los devanados.
		- Ambiente húmedo.	Si el motor se encuentra parado, se deberán conectar las resistencias del rotor para calentarlo y evitar la condensación en los devanados.



T A B L A 3.2

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE VALVULAS ESFERICAS DE CONTROL

FALLA O DESPERFECTO	ALARMA O DETECTOR	C A U S A	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
<ul style="list-style-type: none"> - La válvula no cierra. 		<p>Falla de la válvula de control de cierre del sistema de cierre de la válvula principal.</p> <p>Empaques o sellos defectuosos o un mal alineamiento de la válvula con la tubería que se conecta.</p>	<p>Revisar los pilotajes de las válvulas de control del sistema de apertura de la válvula principal, operar el cierre de emergencia de la válvula principal si el cierre normal no responde.</p> <p>Deberá verificarse el alineamiento de la válvula con la tubería que conecta, y revisar y apretar la tornillería, las bridas, si la fuga persiste, se deberá desmontar y verificar empaques y reemplazar los dañados.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - La válvula tiene fugas interiores, o el cierre es incompleto. 		<p>Sellos y/o asiento de la válvula desgastados o destruidos, o posibles particular o suciedad adherida a los asientos que impiden el cierre hermético.</p>	<p>Se deberá desmontar la válvula y verificar el estado de los sellos y asientos y reemplazarlos si en el año lo requiere y no cumple con las tolerancias que especifica el fabricante.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Daños mecánicos en el operador de la válvula. 		<p>Falta de lubricación en los elementos sujetos a desgaste o fricción y pérdida de los sellos del operador.</p>	<p>Deberán verificarse constantemente el operador y sus partes, como pernos, sellos, vástago, etc., cuidando de su lubricación y</p>



T A B L A 3.3

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE LA VALVULA ESFERICA DE CONTROL

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	C A U S A	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
			condiciones de operación -- sean adecuadas.
			En general se deberán observar las recomendaciones del fabricante para el mantenimiento de la válvula, observando los registros de operación, número de operaciones y condiciones de operación que indiquen los reemplazos o inspecciones de los diferentes elementos de la válvula.

P

T A B L A 4.1

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES (S.E. ELECTRICA)

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	C A U S A	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
<p>- Fallas en el aceite.</p>		<p>Humedad, originada por el aire que puede absorber el transformador en su proceso de trabajo, fallas en las juntas y fugas en general, y por la descomposición propia del aceite y los aislamientos el incremento de humedad del aceite da por resultado una disminución en su valor de voltaje de ruptura o rigidez dieléctrica.</p>	<p>Se deberá analizar las características del aceite - periódicamente cuidando que dicho aceite guarde las condiciones siguientes: No. de Neutralización-0.04 Tensión interfacial-36 diners / cm. max. Peso específico a 20°C - 0.844 Índice de Viscosidad - 85 % carbón rambsottom - 0.004 Resist. dieléctrica - 26 KV Apariencia-clara y brillante Factor de Potencia - 0.15 Cantidad de Humedad - 35 ppm Un aceite contaminado presenta los sig. valores: Contenido de Humedad - 80 ppm Rigidez dieléctrica - 22 KV Antes de cambiar el aceite del transformador deberá limpiarse el tanque y se deberá llenar al vacío.</p>
<p>- Falla en el equipo auxiliar.</p>		<p>El equipo auxiliar de protección y medición falla.</p>	<p>Se deberán inspeccionar los equipos de protección y medición constantemente, verificando, el estado, número de operaciones de interrup-</p>

8

T A B L A 4.2

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES (S.E. ELECTRICA)

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	C A U S A	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
			<p>tores y en los instrumentos de medición verificar las condiciones nominales del transformador.</p> <p>Verificar la tornillería de las terminales y conexiones.</p> <p>Verificar el estado de aisladores o bushings.</p> <p>Verificar que el tanque del transformador se encuentre limpio, sin fugas y sin señales de "abombamiento".</p>
<p>- Fallas en los devanados.</p>		<p>FALSOS CONTACTOS.</p> <p>Los falsos contactos deterioran el aislamiento y contaminan el aceite produciendo gasificación carbón y "abombamiento del tanque del transformador".</p> <p>Esta falla se manifiesta por la presencia de carbono en las terminales o terminales carbonizadas, o se adquiere una coloración intensa en el aislamiento y conductor.</p>	<p>Como los falsos contactos se originan por terminales sueltas es recomendable -- inspeccionar periódicamente las terminales externas e internas del transformador.</p>



T A B L A 4.3.
 PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES (S.E. ELECTRICA)

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	C A U S A	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
		<p>CORTO CIRCUITO EXTERNO. Esta falla es producida por un corto externo al transformador - dependerá de la intensidad y su tiempo de duración: la corriente que circula durante el corto circuito se traduce en esfuerzos mecánicos que distorcionan los devanados, e inclusive los mueven de su lugar. Si el corto circuito es intenso y de una larga duración su efecto se reflejará en una degradación del aceite, sobre presión, arcos y "abombamiento" en el tanque del transformador.</p>	<p>Después de una falla de este tipo y teniendo la certeza que esta se ha eliminado se deberá revisar exhaustivamente el transformador - para determinar si está o no dañado. Se deberán revisar las protecciones del transformador revisando la capacidad que los fusibles o elementos, correspondan a la capacidad nominal del transformador.</p>
		<p>CORTO CIRCUITO INTERNO. Este tipo de fallas son el resultado de -</p>	<p>En estas fallas el devanado se deteriora solo en el punto de falla, y se detecta por la degradación que su-</p>



T A B L A 16.4.4

FRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES (S.E. ELECTRICA)

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	C A U S A	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
		aislamiento que pierden sus características, por exceso de humedad, sobrecalentamientos continuados, alteraciones en el voltaje, etc.	<p>fre el aceite por la ionización que produce el corto interno, presentándose además depósitos de carbono en el aceite y posibles "abombamientos" del tanque.</p> <p>Esta falla tarda en poner fuera de servicio al transformador, y se deberá detectar en los análisis que se realicen a las maestras del aceite del transformador.</p>
		<p>SOBRE TENSIONES TRANSITORIAS Este tipo de sobretensiones son producidas generalmente por falsas operaciones de switcheo, por puesta en servicio o desconexión de bancos de capacitores, y los sobrevoltajes que se presentan pueden ser del doble del voltaje nominal, el daño que se le causa al transformador es a largo</p>	<p>Si el aislamiento de las bobinas del transformador se encuentra resentido o deteriorado, la falla se puede manifestar en forma de "disparo de bala expansiva". La ionización generada contamina el aceite, lo gasifica y puede ocasionar el "abombamiento" en el tanque del transformador.</p> <p>Al presentarse este tipo de fallas, el transformador se debe "poner fuera de servicio", extraer el aceite al</p>

T A B L A 4.5

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES (S.E. ELECTRICA)

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	C A U S A.	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
		plazo , ya que se presenta en algunas ocasiones como un corto - circuito interno o entre espiras.	transformador y someterlo a un mantenimiento exhaustivo.
		<p>SOBRECARGAS.</p> <p>Las sobrecargas continuas ocasionan en el transformador un envejecimiento prematuro, que destruye el aislamiento, presentándose principalmente corto - circuito interno con las consecuentes fallas en el aceite mencionadas en la falla por corto circuito externo.</p>	<p>Al igual que la falla por corto circuito interno, se deberá someter a análisis - el aceite del transformador.</p> <p>Se deberá tomar en cuenta la carga conectada o transformador, que no deberá ser mayor que la capacidad nominal del mismo, para evitar la falla por sobrecarga.</p>
		<p>SOBRE TENSIONES POR DESCARGAS ATMOSFERICAS.</p> <p>En caso de que los aparatos estén deteriorados y la falla pasa al transformador y rebaja el nivel de impulso, el devanado fallará por el esfuerzo de sobrecarga.</p>	<p>Revisar en forma periódica los apartarrayos y sus conexiones y terminales.</p> <p>Si la falla se presenta en el transformador, se deberá someter a análisis de aceite del mismo así como a las inspecciones y pruebas de aislamiento de los devana-</p>



T A B L A 16.4.6

FRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES (S.E. ELECTRICA)

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	C A U S A	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
		<p>ga a que fué sometido. La falla se manifiesta por las bobinas deterioradas cercanas a los herrajes del transformador.</p>	<p>dos, boquillas, etc.</p>
			<p>En forma general, las pruebas básicas a realizar en un transformador en el mantenimiento son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Relación de transformación - Resistencia al aislamiento - Factor de potencia del aislamiento. - Resistencia óhmica de los devanados. - Verificación del estado de tanque, juntas, sellos, etc. - Limpieza general de tanque conexiones, bushing, etc. - Apriete de conexiones. - Verificación de nivel de aceite. - Verificar si no hay depósitos de carbón y desprendimiento de gases o humos en terminales.



T A B L A . 5.1

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE VALVULAS DE SECCIONAMIENTO Y CHECK DE OPERACION MANUAL

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	C A U S A	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
			<p>Para el caso de las válvulas de operación manual como compuertas, mariposas, check, etc. que por las condiciones de operación permanezcan normalmente cerradas o normalmente abiertas y expuestas a la intemperie, se deberán inspeccionar y verificar su funcionamiento con una frecuencia mínima de meses y efectuar una limpieza y lubricación de los elementos móviles, para evitar la falla por atascamiento de los mismos, también se deberán efectuar recorridos de inspección a los sistemas de tuberías, verificando su estado en pintura, corrosión, fugas, soportes, etc. para corregir los defectos y que el sistema no incurra en una falla mayor.</p>
<p>- La válvula no abre y/o no cierra.</p>		<p>Falta de lubricación de los vástagos o uniones de apertura o cierre de los elementos y/o falta de limpieza de los mismos.</p>	<p>Se deberá desmontar la válvula, reemplazarla o cambiar los elementos que han fallado. Limpiarlos y lubricarlos.</p>



T A B L A 5.2

PROMTUARIO DE MANTENIMIENTO DE VALVULAS DE SECCIONAMIENTO Y CHECK DE OPERACION MANUAL

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	C A U S A.	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
- Fugas en las bridas o juntas.		Mal alineamiento de las válvulas con la tubería que se conecta. Tornillería de las bridas flojas o empaques destruidos.	Verificar el alineamiento de la válvula con la tubería que conecta, revisar la tornillería de las bridas, verificar los empaques y cambiarlos si están dañados o destruidos.
- Fugas interiores o pérdida del sello.		Sellos o asientos destruidos u obstruidos por particular del líquido que se maneja.	Desmontar la válvula y verificar y limpiar los sellos y asientos, cambiarlos si el daño lo requiere.



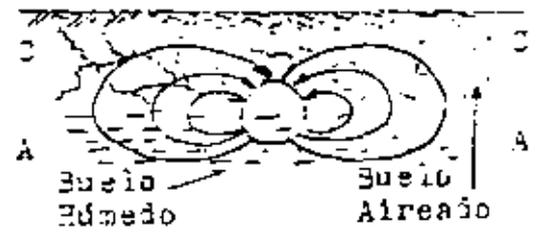
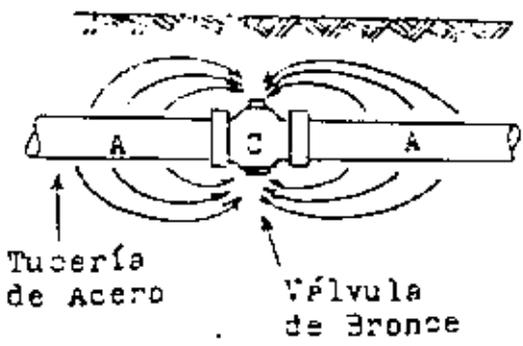
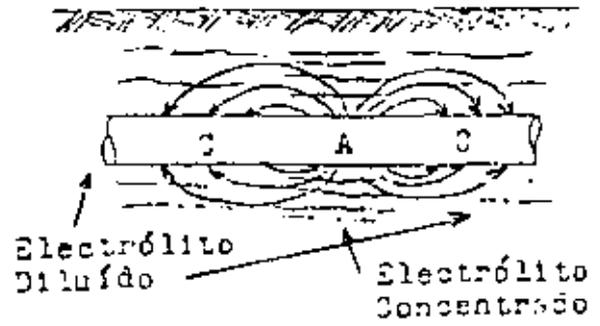
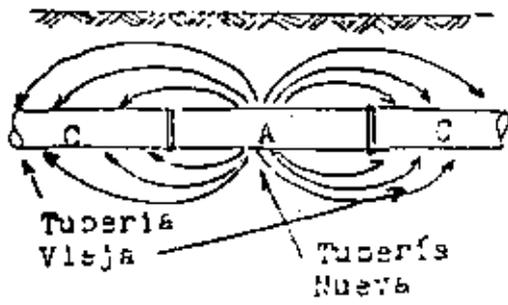
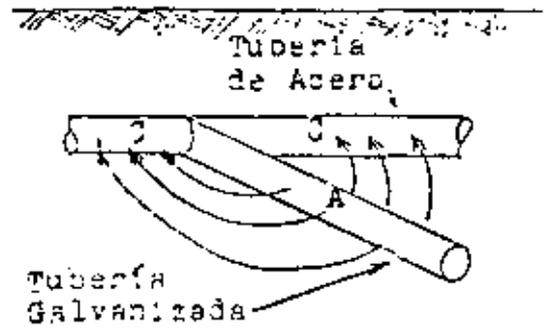
**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

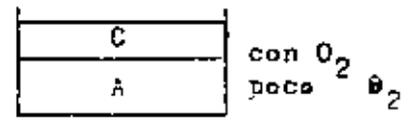
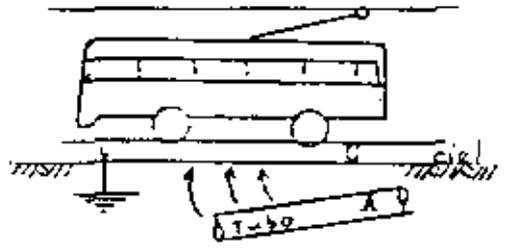
C O R R O S I O N
(Complemento)

Ing. Jesús Avila Espinosa

AGOSTO, 1983



Celdas electrolíticas



A = Area Anódica
C = Area Catódica

SERIE ELECTROQUIMICA

Elemento	Símbolo	No. Atómico	Peso Atómico	Valencia
1.-Cesio	Cs	55	132.91	ánodo 1
2.-Rubidio	Rb	37	85.48	1
3.-Potasio	K	19	39.10	1
4.-Sodio	Na	11	22.99	1
5.-Litio	Li	3	6.94	1
6.-Calcio	Ca	20	40.08	2
7.-Magnesio	Mg	12	24.30	2
8.-Aluminio	Al	13	27.00	3
9.-Manganeso	Mn	25	54.93	2
10.-Zinc	Zn	30	65.38	2
11.-Cromo	Cr	24	52.01	3
12.-Cadmio	Cd	48	112.41	2
13.-Hierro	Fe	26	55.85	2
14.-Cobalto	Co	27	58.96	1
15.-Niquel	Ni	28	58.69	2
16.-Estaño	Sr	50	118.70	4
17.-Plomo	Pb	82	207.21	2
18.-Hidrogeno	H	1	1.00	1
19.-Cobre	Cu	29	63.54	2
20.-Arsénico	As	33	74.92	3
21.-Bismuto	Bi	83	208.99	3
22.-Antimonio	Sb	51	121.76	3
23.-Mercurio	Hg	80	200.61	2
24.-Plata	Ag	47	107.58	1
25.-Platino	Pt	78	195.23	
26.-Oro	Au	79	197.20	3
27.-Osmio	Os	76	190.20	cátodo

Equivalente electroquímico de la plata = 0.0011180 gr/coul.

Constante de Faraday = 96501 coul.

Carga del electrón e = 1.602 x 10⁻¹⁹ coul.

Masa del electrón m = 9.106 x 10⁻³¹ Kg.

Número de electrones permisibles en las orbitas de los átomos

Nivel de energía	k	l	m	n	o	p
Número de electrones	2	8	18	32	18	18

Substancias con alto grado de ionización

- | | |
|-------------------|----------------------|
| Acidos fuertes | Bases fuertes |
| Acido sulfúrico | Hidróxido de sodio |
| Acido Nítrico | Hidróxido de potasio |
| Acido clorhídrico | |

Instalaciones Mecánicas
Ing. J. Avila Espinosa



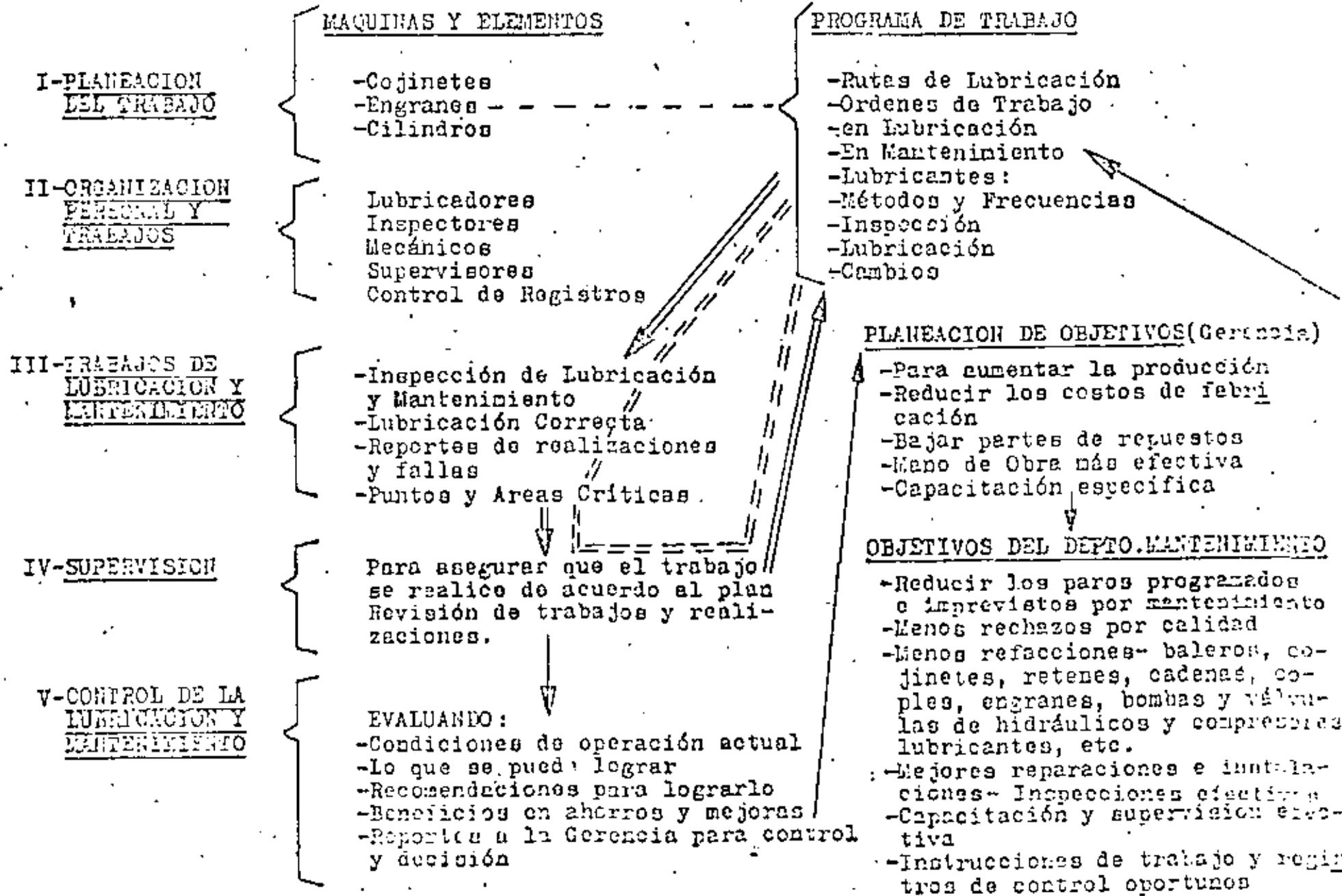
**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

LUBRICACION

AGOSTO, 1983

CICLO DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE LA LUBRICACION



BENEFICIOS DE UNA LUBRICACION CORRECTA

- 1- La maquinaria no puede ser operada sin el uso de lubricantes.
- 2- Los efectos de la lubricación en el rendimiento de las máquinas, costos en refacciones, simplificación de la M. O. y aumento de la producción, no es fácil de entender
- 3- La lubricación tiene un efecto muy grande en los costos de operación de las Plantas Industriales.
- 4- La lubricación puede afectar las cifras de las utilidades.

Porque la lubricación no es solo poner aceite a las máquinas.

La lubricación exige conocer las máquinas y sus necesidades del lubricante correcto para alimentarlas, en la cantidad y tiempo adecuados; revisandolas constantemente para asegurar una operación suave y sin problemas.

6

CUALES SON LOS COSTOS DE LOS LUBRICANTES EN UNA
PLANTA INDUSTRIAL

3 al 10% de los costos del Mantenimiento

0.25% de los costos de operación de la Planta

0.1% de las Ventas Totales

El costo de los lubricantes es una parte muy pequeña en relación con los costos del Mantenimiento; - sin embargo, los lubricantes correctamente aplicados, pueden jugar un papel muy importante en la reducción de los costos de Mantenimiento.

Los costos de Mantenimiento de las máquinas pueden ser reducidos en tanto como 10% a 25% con el establecimiento de la práctica para una lubricación correcta.

-Buenas Instalaciones y Reparaciones en Mantenimiento -

-Inspección y Lubricación y Reporte en Lubricación.

LA GERENCIA Y EL MANTENIMIENTO

Es muy dudoso que la Gerencia se de cuenta de la gran importancia de los costos de Mantenimiento, que en la mayoría de las industrias y compañías se gastan altas cantidades en este renglón sin obtener ningún beneficio por un cuidadoso estudio.

Debe notarse que los ahorros en el Mantenimiento se traducen directamente en utilidades.

Un ahorro de \$1 000 000.00 de pesos en un año en Mantenimiento representan una utilidad adicional de \$1 000 000.00 por ese año y los subsiguientes, porque ésto se estaba gastando y se deja de gastar.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO A TRAVES DE LA LUBRICACION

6

Es una realidad, en estos días de gran competencia, que todos los Directores, Gerentes y responsables de la operación de Industrias, están pensando, estudiando y planeando la forma de aumentar las utilidades y disminuir los costos de operación.

Una forma de enfocar este problema es acordar con su personal de Contabilidad para que junte las cifras de los costos de Mantenimiento por renglones clave de Refacciones, Lubricantes y Mano de Obra, incluyendo también los costos de producción de toda la Planta. Esto removerá el interés para aumentar las utilidades a través de un Programa de Mantenimiento a través de la Lubricación.



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

MANTENIMIENTO CIVIL

Ing. Fernando Carrillo Basurto

AGOSTO, 1983

C A P I T U L O 10

MANTENIMIENTO CIVIL

1) REVISION PERIODICA DE ESTRUCTURAS .

Trabes de Concreto.

Columnas de Concreto.

Losas de Concreto.

Trabes, Columnas y Conexiones de Acero.

Cimentaciones y Hundimientos.

Muros.

2) NIVELACIONES .

C A P I T U L O 11

PREVENCION EN SISMOS .

1) REVISION DE ESTRUCTURAS DESPUES DE UN SISMO .

Trabes.

Columnas.

Muros, Canceles y Plafones.

Escaleras.

Casetas, Tanques Elevados, Antenas, Pretiles.

Cimentación, Cisternas.

Desplomes.

Apuntalamientos Provisionales.

MANTENIMIENTO - ESTRUCTURAS

I.- REVISION PERIODICA DE ESTRUCTURAS :

Frecuentemente al hablar sobre mantenimiento de edificios, se enfoca exclusivamente sobre los aspectos de instalaciones y acabados, olvidando la estructura, cuyos problemas pueden abarcar desde el colapso total hasta el daño de elementos secundarios o decorativos.

Hay que recordar que los componentes principales de una estructura son la cimentación, columnas, trabes, muros y losas, y los secundarios son bardas, pretiles, faldones, firmes, ménsulas, sujeción de herrería ó instalaciones, cisternas, tinacos, tanques elevados, antenas, balcones, etc.

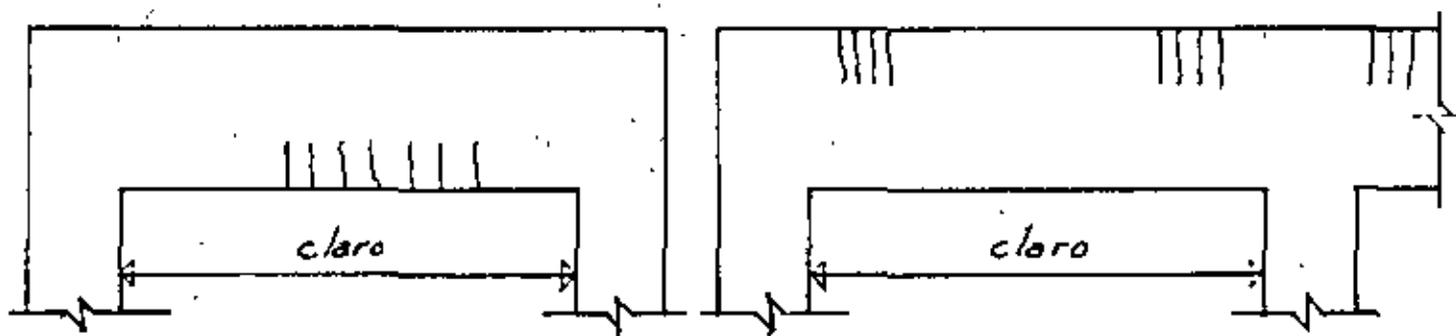
En toda estructura es necesario llevar a cabo una revisión periódica para evitar problemas mayores ante la aparición de un fenómeno físico de efectos destructivos como : Sísmos, Huracanes, Remolinos, Inundaciones, Corrientes Hidráulicas, Ventarrones, Incendios, Sobrecargas, etc.

Es importante contar con planos estructurales reales y actualizados del edificio, el hablar de reales es debido a que en ocasiones se realizan uno ó más proyectos preliminares completos antes de iniciar la construcción ó se utilizan planos no completos para los trámites de licencias y se toman por buenos al entregar la obra.

1) TRABES DE CONCRETO :

En traves de concreto, se pueden presentar varios tipos de falla, por esfuerzo cortante y defectos de colado, son los principales.

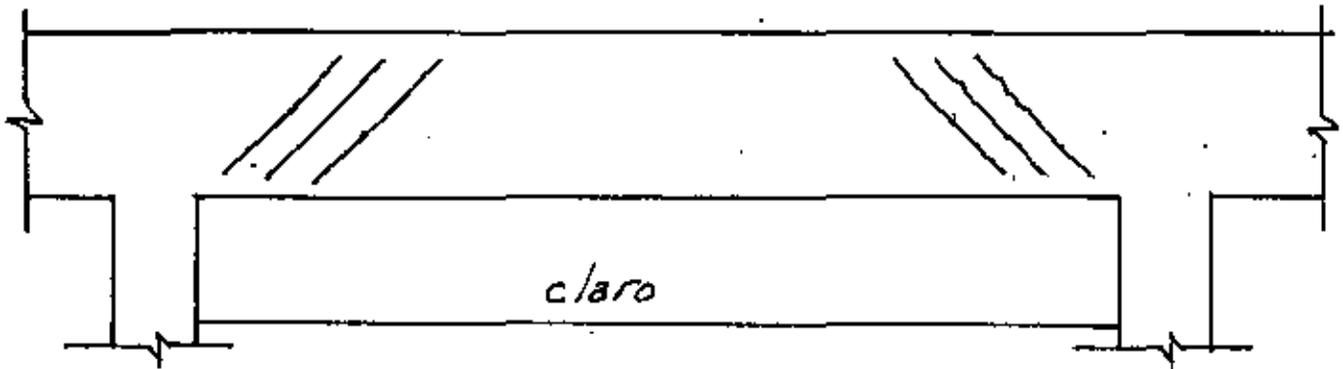
La falla a flexión se manifiesta por pequeñas grietas en el lecho inferior al centro del claro ó en el lecho superior cerca de los apoyos, sin llegar a la cara opuesta.



En ambos casos, estas grietas van acompañadas de deflexiones al centro del claro de la trabe, un límite aceptable para estas deflexiones es -- del orden del claro entre 400, siempre y cuando no se incrementen con el tiempo.

Este tipo de falla es gradual y por lo general no es motivo de colapso de la estructura.

La falla por esfuerzo cortante se manifiesta por grietas diagonales cerca de los apoyos y es debida a falta de estribos.



Este tipo de falla es súbita y se puede ocasionar el colapso de la estructura.

La falla por defectos de colado es muy común y se manifiesta por hoquedades en la superficie del concreto, esta falla puede ocasionar la corrosión del acero de refuerzo y la aparición de otro tipo de problemas.

2) COLUMNAS DE CONCRETO :

Las principales fallas son por compresión, por flexión y por defectos de colado ó colocación de estribos.

La falla por compresión se manifiesta por grietas diagonales en las cuatro caras de la columna, es muy peligrosa y motivo de apuntalamiento de la estructura y reparación inmediata.

La falla por flexión se manifiesta por grietas horizontales por lo general cerca de los extremos, inferior o superior.

Las fallas por defectos de colado se manifiestan por hoquedades y tienen las mismas consecuencias que las trabes.

La falla por colocación de estribos se manifiesta por pequeñas grietas - horizontales todo alrededor de la columna y concidiendo con el estribo, - esto se debe a falta de recubrimiento y no es de peligro.

Otra falla muy común en columnas es las debidas a ranuras para la colocación de tubería ó cajas de la instalación eléctrica, que se resanan con mezcla.

3) LOSAS DE CONCRETO :

La principal falla de las losas es la debida a flexión que se manifiesta por grietas en el lecho inferior al centro del claro y en las esquinas - ó por grietas en el lecho superior cerca de los apoyos. Esta falla es - acompañada generalmente por deflexiones.

En todos los casos de falla de algún elemento de la estructura es conveniente consultar con un especialista del ramo antes de efectuar cualquier reparación.

4) TRABES, COLUMNAS Y CONEXIONES DE ACERO :

En estos elementos, lo más importante es evitar la corrosión mediante -- pintura adecuada.

En estructuras remachadas ó atornilladas se puede presentar el problema de que se aflojan ó degüellan los pernos de conexión y en ocasiones sólo una inspección detallada lo detecta.

En estructuras soldadas, las conexiones y ensambles deben ser revisados especialmente.

En caso de existir tensores es muy frecuente que no tengan la tensión adecuada y por lo tanto no empiecen a trabajar hasta que la estructura está muy deformada.

En todos estos casos la falta es súbita y sus consecuencias pueden ser muy graves.

5. CIMENTACIONES Y HUNDIMIENTOS

El tipo de falla más común es el debido a hundimientos diferenciales debidos a compresión del terreno.

Es conveniente conocer el tipo de cimentación de la estructura que puede ser de zapatas aisladas de concreto, zapatas corridas de concreto, que pueden estar ó no rigidizadas con traves ligas, losa de cimentación con contratraves, cimientos de piedra o de concreto, pilas, pilotes, etc.

Estas fallas se manifiestan por desplomes del edificio, hundimientos del piso, grietas en los muros ó en las traves de la estructura. Siempre que aparezcan estos síntomas es necesario consultar con un Ingeniero especialista porque pueden ser causa de daños irreparables a la larga.

6.- MUROS . .

En los muros se pueden presentar grietas en diferentes direcciones, - si las grietas son verticales, se pueden deber a la presencia de instalaciones hidráulicas ó eléctricas ocultas y no tienen importancia estructural, si son horizontales pueden ser por empujes laterales ó esfuerzos por cambios de temperatura y sí tienen que ser revisadas, - si las grietas son inclinadas, se deben a hundimientos del suelo ó a deflexiones de las losas ó trabes que las sustentan y estos hundimientos o deflexiones son en dirección perpendicular a la grieta.

Es conveniente también en estos casos la intervención de un Ingeniero especialista para su diagnóstico y en todo caso su reparación.

2.- NIVELACIONES :

En cualquier edificio, es de gran utilidad conocer su comportamiento mediante un registro de nivelaciones periódicas, que pueden tener un intervalo desde un mes hasta uno ó varios años, dependiendo del tipo de estructura, altura sobre el nivel de desplante, condiciones del subsuelo, edificios colindantes, uso del inmueble, etc.

CAPITULO II

PREVENCIÓN EN SISMOS .

1.- Revisión de estructuras después de un sismo.

En zonas altamente sísmicas es conveniente contar con el auxilio de personas capacitadas para determinar el grado de gravedad de los daños ocasionados por sismos.

Después de cada sismo, por leve que sea se debe efectuar una revisión a todos los elementos estructurales, trabes, columnas, muros, escaleras, casetas, tanques elevados, cisternas, etc. Tomando en consideración todo lo expuesto en el capítulo anterior, y así como a todos aquellos elementos que sin ser parte integrante de la estructura pueden significar un peligro para las personas, como son los cancelos, muros divisorios, plafones, vidrios, pretilas, antenas, etc.

APUNTALAMIENTOS PROVISIONALES.

Cuando se observe alguna falla en un elemento estructural (Columnas ó Trabes) se debe apuntalar desde la cimentación en toda el Area de influencia, cuando se trate de falla en trabes se puede apuntalar con polines de madera, desde el nivel del problema hasta el terreno de desplante, si la falla ocurre en una columna, el apuntalamiento deberá ser en las trabes que concurren a ella, con elementos metálicos, de sección cuadrada de preferencia, desde la cimentación hasta la azotea.

Si la falla se presenta en varias columnas (más del 20 % de ellas)-
es necesario desalojar el edificio y esperar el dictamen de un espe -
cialista después de efectuar el apuntalamiento provisional.



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

S O P O R T E R I A

Ing. Manuel Francisco Salas Jaime

AGOSTO, 1983

1.- SOPORTERIA

Las redes de distribución de las diferentes instalaciones requieren para su sujeción de sus canalizaciones de una soporteria que permita la instalación, operación y un mantenimiento adecuado.

1.1. CLASIFICACION DE CANALIZACIONES

Las canalizaciones de las instalaciones se clasifican principalmente en:

- Canalizaciones para conductores eléctricos
- Canalizaciones para fluidos

Las canalizaciones para conductores eléctricos se clasifican en:

- Charolas
- Ducto cuadrado
- Electroducto
- Tubería conduit

1.2 CHAROLAS

Las charolas como canalización de conductores eléctricos tienen su principal aplicación cuando se conducen alimentadores principales, un gran número de conductores ó conductores de gran calibre.

La soporteria de las charolas debería estar en función de la ruta de la canalización (Charola).

En distribución horizontal, los tramos de charola comercial miden 3.66 m (12') y se recomiendan dos (2) soportes por tramo, ménsulas para instalarse en muro ó colgadores para soportarse en el techo (Soportes tipo trapecio). Tanto las ménsulas como los colgadores se sujetarán al muro ó al techo con perno de bala^zo ó taquete de expansión, lo anterior dependerá de el peso de la charola incluyendo el peso de los cables, lo cual se deberá revisar antes de instalar -- las charolas, también se deberán considerar los cambios de dirección que mar-- que la ruta en el proyecto y permitan las condiciones de la obra ó la instala-- ción.

En distribuciones verticales de charolas se recomienda también, que los sopor-- tes se instalen dos (2) por cada tramo de charola.

- Amarres de los conductores en charola

En las distribuciones horizontales los conductores se amarran ó sujetan a los travesaños de charola por medio de cinta plástica de fleje, abrazaderas, cin-- turones de plástico, etc. utilizando las perforaciones de los travesaños, con esto se distribuyen los conductores en forma adecuada sobre la charola, lo que permite calcular los cables como conductores en aire, sin considerar los facto-- res de agrupamiento.

Adicionalmente los circuitos se podrán identificar fácilmente sobre la charola.

Cuando la instalación requiere una distribución vertical de las charolas, el amarre ó sujeción de los conductores es importante, ya que el peso del cable se deberá distribuir a lo largo de toda la instalación vertical, para esto se recomienda sujetar los arneses de cables ó circuitos con cinta ó flejes plásticos, estos flejes sujetarán los cables a los travesaños de la charola ó escalera de tal manera que el conductor se sujete a la escalera sin dañar ó estrangular el aislamiento, por lo que se recomienda que los sujetadores se instalen a una separación entre 1 m a 3 m. dependiendo del calibre del conductor.

Cuando las charolas se instalan en grandes rutas horizontales, es necesario prever en las juntas constructivas de los edificios ó estructuras, la instalación de una junta flexible que permita que los esfuerzos provocados por los asentamientos de los edificios no se transmitan a las canalizaciones eléctricas.

Para este caso se recomienda seccionar la charola en la junta constructiva, --previando que las partes seccionadas de la charola no tengan filos cortantes -- que puedan dañar el aislamiento del conductor.

También cuando la instalación es de un desarrollo muy largo se instalan juntas de expansión que absorben dilataciones y contracciones de la canalización. -- Las charolas comerciales se venden con accesorios para adaptarse a los requerimientos del proyecto y/o instalación.

1.3 DUCTOS CUADRADOS

4

Los ductos cuadrados son otro tipo de canalización para los conductores eléctricos y también se aplican para conducir circuitos alimentadores, teniendo la menor capacidad para alojar conductores que las charolas, ya que en el reglamento (ROIE) limita a 30 conductores máximo como canalización, pudiendo alojar más conductores siempre y cuando éstos sean de control ó señales y se utilicen en el periodo de arranque de motores.

Estos ductos al igual que las charolas cuentan con accesorios para ajustarse a los requerimientos de la instalación, los tramos se fabrican en secciones de 6.5 x 6.5 cm, 10 x 10 cm y 15 x 15 cm y en longitudes de 30.5, 61 y 152.4 cm. (1, 2 y 5 pies) se recomienda que los soportes ó colgadores (accesorios del ducto) se instalen dos (2) por tramo de 152.4 cm.

Estos colgadores se sujetan a la losa ó muro con perno de balazo ó barrenoclanca dependiendo del peso de los conductores.

1.4 OTROS TIPOS DE CANALIZACIONES

El electroducto es otro tipo de canalización para conductores eléctricos y son utilizados principalmente para alojar alimentadores principales, ya que estos alimentadores son barras de aluminio ó cobre. Los soportes para este tipo de canalización también se recomienda se instalen dos (2) colgadores por tramo de electroducto, revisando el peso de las barras.

Otras canalizaciones utilizadas para la instalación de conductores eléctricos son las tuberías PGG (Tubería de pared gruesa galvanizada), PDG (Pared delgada) tubería de PVC, tubería de asbesto cemento, ducto de concreto y poliducto.

Las tuberías de fierro galvanizado en sus dos tipos PGG y PDG pueden instalarse visibles ó coladas en losa, la tubería de PVC. puede instalarse en el colado de las losas ó enterrada, no es recomendable instalarla visible, ya que es un material que se intemperiza; la tubería de asbesto cemento y poliducto se recomienda su uso sólo en pequeñas instalaciones de casas ó departamentos y se instala en el colado de las losas ó muros y se recomienda solo en instalaciones ocultas.

Las tuberías que se instalan visibles se soportan con abrazadera tipo uña, si la instalación va adosada al muro, en colgadores tipo trapecio si son varios tubos sujetos al techo, lo anterior es para distribuciones horizontales y se recomienda instalar dos (2) sujetadores por tramo de tuberías. Los tramos de tubería son de 3.05 m (10'), por lo que los sujetadores quedarían aproximadamente a cada 1.5 m. En la instalación vertical de las canalizaciones antes descritas (ductos) para conductores eléctricos, el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas (ROIE), establece la distancia a la cual deben colocarse los sujetadores ó flejes en los conductores, que depende del calibre de los mismos. Dichos sujetadores se deberán instalar en los registros que se instalen expresamente.

Para distribuciones horizontales de tubería y cuando se tienen juntas constructivas en el edificio ó estructuras, se recomienda instalar juntas flexibles del tipo "LIQUATITE" (tubería flexible forrada de PVC), este tipo de juntas absorve también contracciones y dilataciones en las canalizaciones.

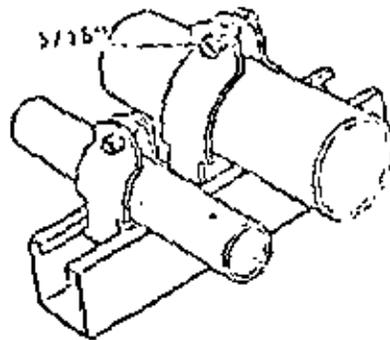
En las figuras anexas se muestran detalles típicos de instalación de las canalizaciones de conductores eléctricos,

NOTAS GENERALES:

Los conductores de energía eléctrica se deberán instalar en la parte superior de todas las instalaciones en distribuciones horizontales cuando se instalan en pasillos que conducen instalaciones o en casas de máquinas, previendo los espacios requeridos para el mantenimiento.

En distribuciones verticales se recomienda que las canalizaciones eléctricas se instalen en un ducto de preferencia exclusivo.

FIGURA No. 1.1



2. CANALIZACIONES PARA FLUIDOS

Las canalizaciones para fluidos más usuales en instalaciones industriales son:

- Tuberías de agua fría
- Tuberías de agua caliente y retorno
- Tuberías de agua helada y retorno
- Tuberías de vapor y retorno de condensado
- Ductos de aire acondicionado y ventilación
- Tuberías de desagües ó sanitarias
- Tuberías para combustibles
- Tuberías de aire comprimido

Los tipos de tuberías utilizadas en las instalaciones pequeñas se muestran en la tabla #2.2

2.1 SOPORTERIA

La soporteria para las diferentes tuberías ó canalizaciones mencionadas anteriormente se proyectan en función de las condiciones de operación y tipo de fluido que se maneja.

Las tuberías que manejan fluidos a presión y que no requieren pendiente pueden instalarse en bastidores formando una cama común. Para las tuberías de desagüe ó que por su operación requieren de instalarse con pendiente, se recomienda instalarlos con soporteria individual e independiente.

2.2 SEPARACION ENTRE TUBERIAS

Cuando se instalan tuberías en camas comunes, es necesario prever los espacios entre las mismas para facilitar las operaciones de montaje y desmontaje, dichos espaciamientos dependerán del diámetro y de los tipos de unión entre tramos de tubos que pueden ser soldados, acoplados ó roscados y bridados. En la tabla 2.4 se muestra la separación entre tuberías de diferentes diámetros.

2.3 SEPARACION ENTRE SOPORTES

La separación entre los soportes de tuberías depende del diámetro de las mismas en las tablas 2.3.1 y 2.3.2 se muestra la separación entre soportes para tuberías.

2.4 INSTALACION DE LOS SOPORTES

Los soportes para tuberías y canalizaciones deben adecuarse al tipo de instalación, en forma general se pueden dividir en soportes para instalaciones en edificios (en instalaciones ligeras) y soportes para instalaciones industriales (instalaciones pesadas), los soportes para canalizaciones en edificios generalmente se instalan en pasillos de instalaciones, entre losa y plafón y en ductos, se sujetan a la losa ó muro por medio de pernos de balazo ó barrenos anclados dependiendo del peso de las tuberías.

En la tabla 2.4.1 se muestran las resistencias a la tensión y al cortante de los pernos y barrenos en las figuras anexas se muestran algunos casos de instalaciones típicas.

2.5 JUNTAS DE EXPANSIÓN Y FLEXIBLES

Cuando las tuberías tienen grandes desarrollos, ó conducen fluidos con altas ó bajas temperaturas, se presentan deformaciones mismas que causan esfuerzos adicionales en las tuberías, para evitar dichos esfuerzos es necesario proyectar dispositivos que absorban estas deformaciones, estos dispositivos pueden ser:

- Compensadores de expansión fig. 2.5.1
- Juntas de expansión fig. 2.5.1
- Juntas flexibles
 - . Omegas
 - . Mangueras metálicas corrugadas.

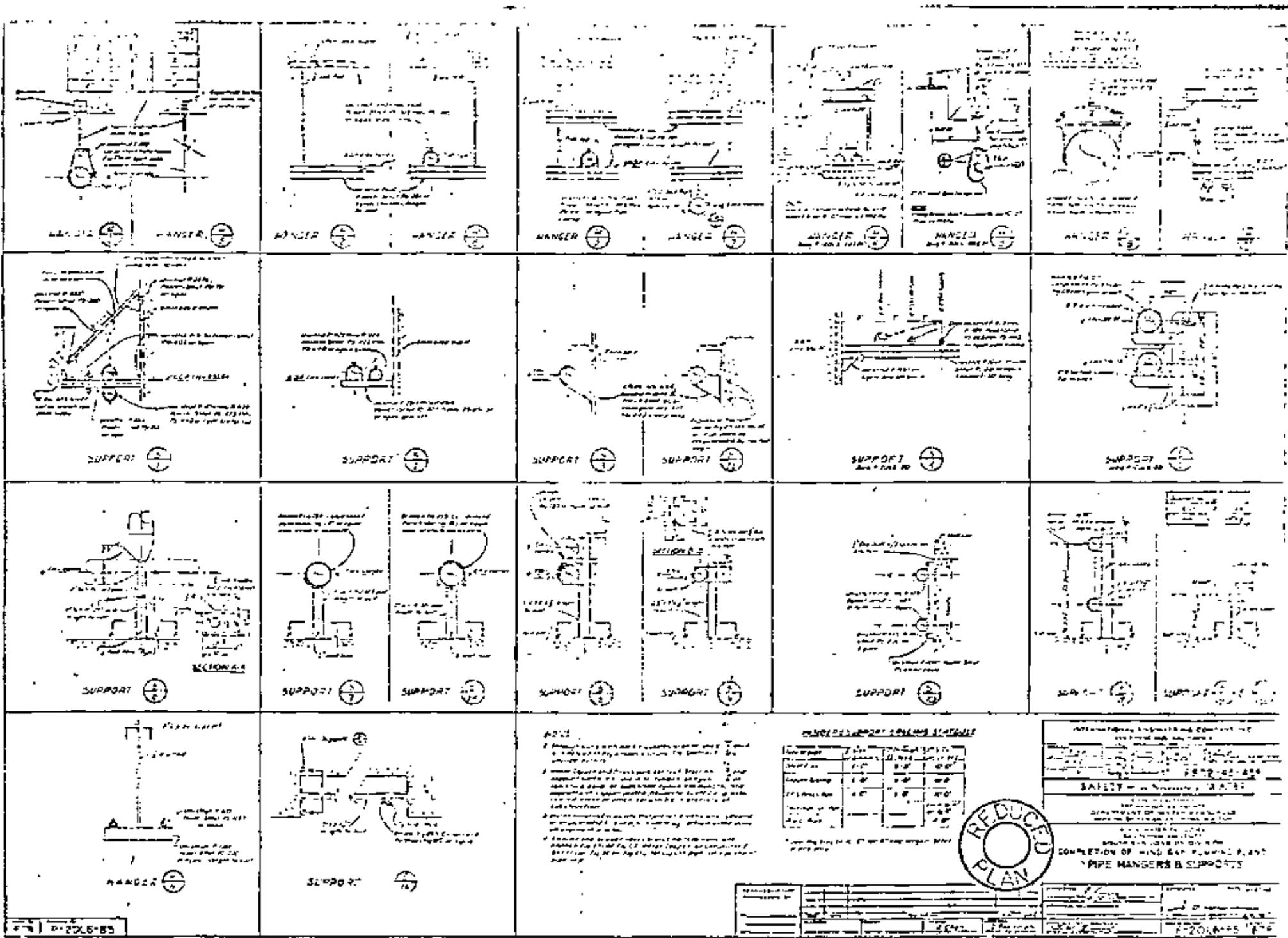


FIGURA No. 1.4

TABLA DE CARGAS RECOMENDABLES

LA RESISTENCIA VA DE ACUERDO A LA CALIDAD DEL HIERRO.

	EXPANSOR DE HIERRO DUCTIL					ANCLAS RAMPEJA				
	LIMITE DE RUPURA EN CONCRETO DE 400 KGS	CARGA RECOMENDABLE A LA TENSION		CARGA RECOMENDABLE CORTANTE		LIMITE DE RUPURA EN CONCRETO DE 400 KGS	CARGA RECOMENDABLE A LA TENSION		CARGA RECOMENDABLE CORTANTE	
		CARGA ESTADICA	CARGA DINAMICA	CARGA ESTADICA	CARGA DINAMICA		CARGA ESTADICA	CARGA DINAMICA	CARGA ESTADICA	CARGA DINAMICA
KGS.	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.
3/16						920	230	138	184	9
1/4	1020	255	153	204	102	1020	255	153	204	102
5/16	1915	478	253	383	191	1915	478	253	383	191
3/8	2585	646	387	517	258	2585	646	387	517	258
1/2	3375	1083	650	867	433					
5/8	7485	1871	1123	1497	742					
3/4	11020	2757	1654	2206	1103					
1"	19140	4847	2390	3889	1944					

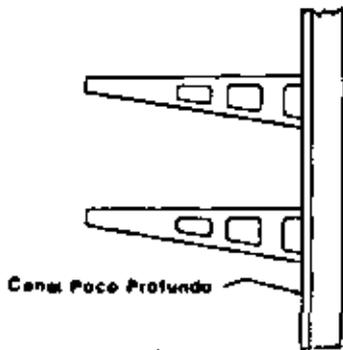
	BARRERANCLAS					ANCLA DE ACERO				
	LIMITE DE RUPURA EN CONCRETO DE 400 KGS	CARGA RECOMENDABLE A LA TENSION		CARGA RECOMENDABLE CORTANTE		LIMITE DE RUPURA EN CONCRETO DE 400 KGS	CARGA RECOMENDABLE A LA TENSION		CARGA RECOMENDABLE CORTANTE	
		CARGA ESTADICA	CARGA DINAMICA	CARGA ESTADICA	CARGA DINAMICA		CARGA ESTADICA	CARGA DINAMICA	CARGA ESTADICA	CARGA DINAMICA
KGS.	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.
1/4	816	204		163		816	204		163	
5/16	153	383		306						
3/8	2070	517		420		2070	517		420	
1/2	3470	867		695		3470	867		695	
5/8	5995	1500		1198						
3/4	8824	2210		1764						
7/8	12170	3040		2430						

EL PROCEDIMIENTO PARA PRUEBAS O ENSAYOS A LA TENSION CONSISTIO EN APLICAR UNA CARGA A LA ANCLA HASTA QUE SE PRESENTO LA FALLA EN EL CONCRETO O EN LAS ANCLAS.

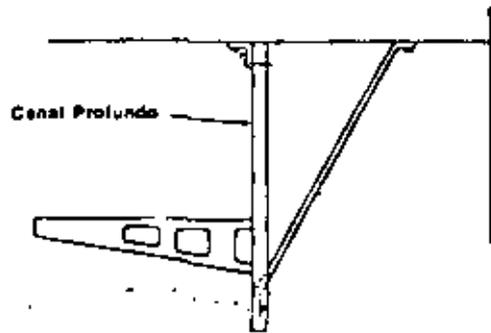
EL PROCEDIMIENTO PARA ENSAYOS AL ESFUERZO CORTANTE CONSISTIO EN SUJETAR UNA PLACA DE ACERO, POR MEDIO DE TORNILLOS A LAS ANCLAS EMPOTRADAS EN CONCRETO, EN UN PLANO PERPENDICULAR AL EJE DE LAS ANCLAS, APLICANDO LA CARGA EN LA PLACA DE ACERO EN EL SENTIDO DEL MISMO PLANO HASTA QUE SE PRESENTO LA FALLA.

EJEMPLOS TÍPICOS PARA EL USO DE LOS CANALES RECTOS

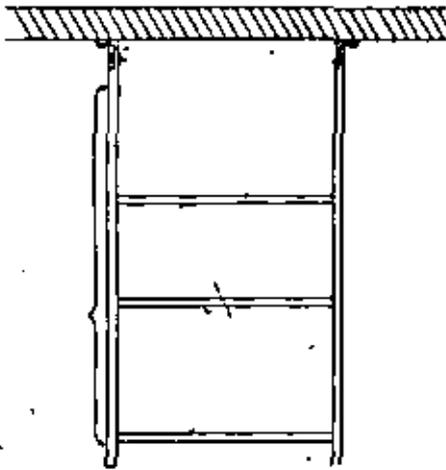
MONTAJE EN PARED



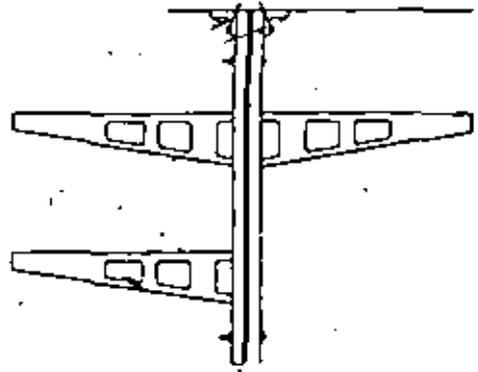
MONTAJE CON BRAZO UNILATERAL



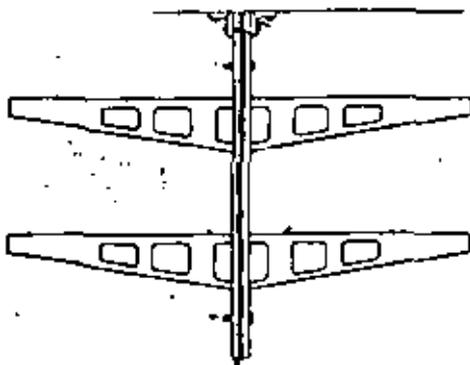
SOPORTE TIPO TRAPECIO



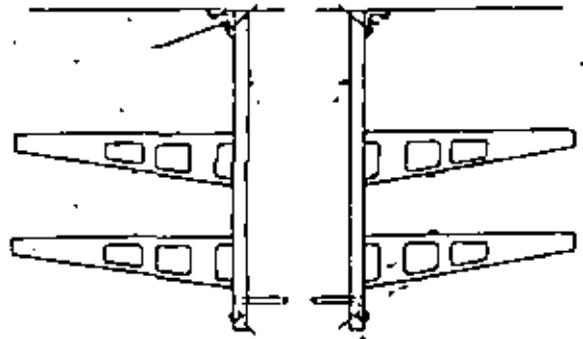
MONTAJE CARGA DESBALANCEADA



MONTAJE A CARGAS SIMÉTRICAS



MONTAJE USANDO BRAZO



3. ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO

 INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL SUBDIRECCION GENERAL ADMINISTRATIVA JEFATURA DE PROYECTOS	CLAVE 3.6.
ESPECIFICACIONES DE MATERIALES	ESPECIALIDAD INSTALACION H. Y SANITARIA

CONCEPTO	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE Y RETORNO AGUA CALIENTE	AGUAS HEERAS	VENTILACION	AGUAS PLUVIALES	SAS	VAPOR RETORNO DE VAPOR	ARE COMPRESOS Y OXIGENO	CONCRETILES LIQUIDOS	RIESO
TUBERIA	Cobre tipo "M" 4 aceros cad. 40	Cobre tipo "M" 4 aceros cad. 40	hierro fundido "YISA"	P.V. ANSER	hierro fundido "YISA"	Cobre tipo "L"	acero soldable hierro negro cad. 40	Cobre tipo "L"	acero soldable hierro negro cad. 40	hierro galvanizado cad. 40 P.V.C.
CONEXIONES	Cobre o bronce acero soldable	Cobre o bronce acero soldable	hierro fundido "YISA"	P.V. ANSER	hierro fundido "YISA"	Cobre o bronce	hierro negro acero soldable	Cobre forjado	hierro negro y acero cad. 40	hierro galvanizado P.V.C.
MAC. DE UNION	Soldadura no. 80 soldadura E 8010	Soldadura no. 95 soldadura E 8010	plomo, escoria plomburada	Marcado, tipo	plomo, escoria arquitectada	Soldadura no. 80	Soldadura E 8010 reflon	al. PLATA cable N 95	Soldadura E 8010 compuesto tercia	concreto armado concreto
SUSPENSIONES	Figuras no. 1 y 2 1 a la 14	Figuras no. 1 y 2 1 a la 14	Figuras de 10 1 a la 14	Figuras de 10 1 a la 14	Figuras de 10 1 a la 14	Figuras de 10 1 a la 14	Figuras no. 1 y 2 Fig. de 10 a la 14	Figuras de 10 Fig. de 10 a la 14	Figuras de 10 Fig. de 10 a la 14	
ANCLAJES	raquetas de expansion	raquetas de expansion	raquetas de expansion	raquetas de expansion	raquetas de expansion	raquetas de expansion	raquetas de expansion	raquetas de expansion	raquetas de expansion	
VALVULAS	MISCO B2 y B2 STOCKHAM G-612 WALWORTH fig. 2	MISCO B2 y B2 STOCKHAM B-612 WALWORTH fig. 2				REGO MURKELL	STOCKHAM B12 WALWORTH fig. 2 MISCO fig. 80 F.	expansivas	MISCO B0 STOCKHAM B12	ALCCO
COLADORAS			HELVEK No. 2514 242-N 242-N		HELVEK No. 444 4934 2714		Worcester Acam - G - Motor			
PISTURA	BLANCA con M Mars F	BLANCA con M Mars C y BC	BLANCA con M Mars H	BLANCA con M	BLANCA con M Mars PL	BLANCA con M Mars S.L.P.	BLANCA con M Mars V y NY	BLANCA con M Mars D de en agua no y A de en de de	BLANCA con M Mars D de en de en de en de de en de en de	BLANCA con M Mars B
ISLAMIENTO		OPM tipo 1000 1000 1000					OPM tipo 1000 25 a 60 mm. cad.			
PRUEBAS	1 kg/cm2	1 kg/cm2	1 kg/cm2	1 kg/cm2	1 kg/cm2	10 kg/cm2	12 kg/cm2	12 kg/cm2	12 kg/cm2	12 kg/cm2

TABLA 2.2

DETALLE CONEXION A REGISTRO
 CON REJILLA IRVING.

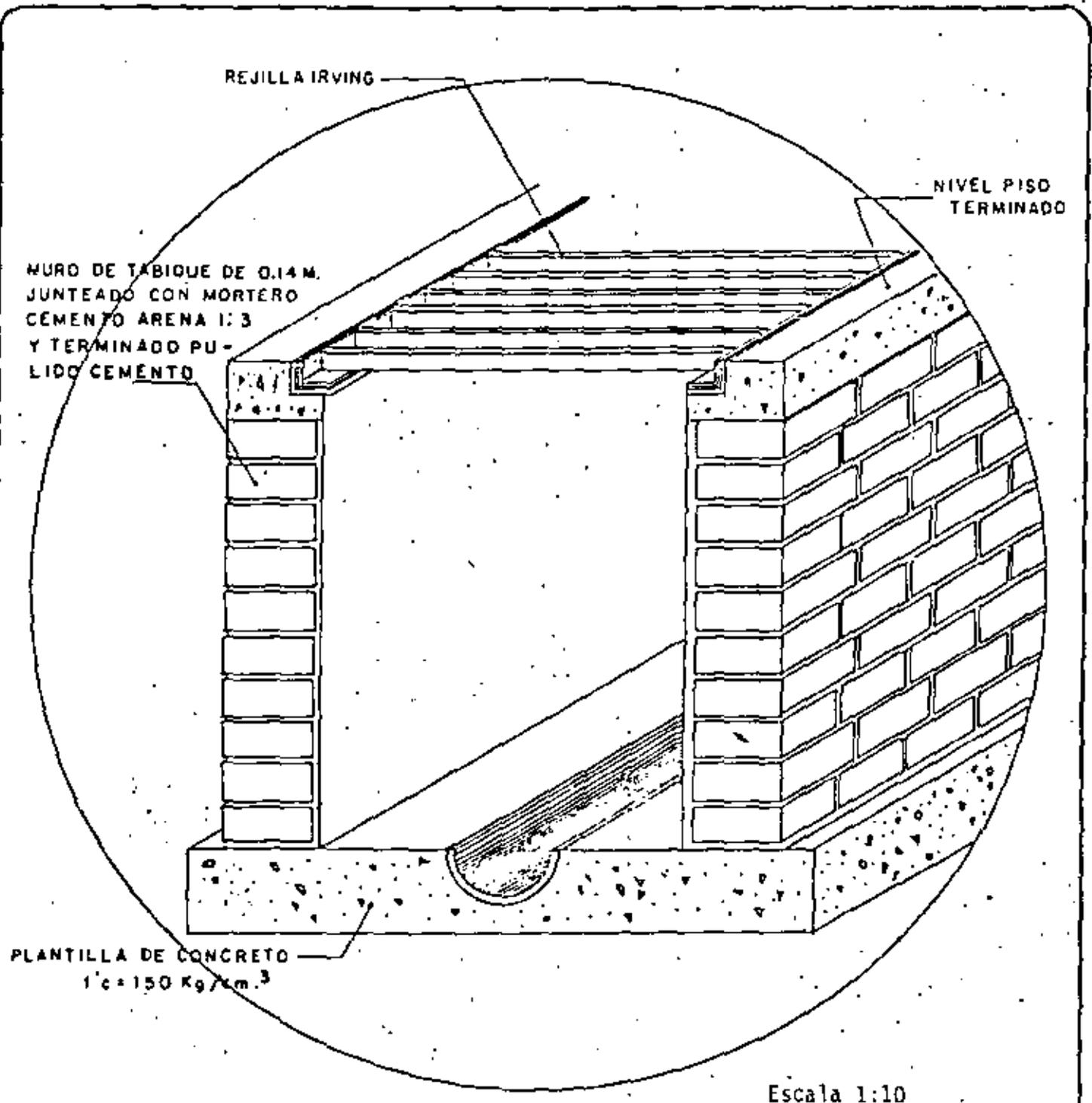


Figura 6.3:9

PETROLEOS MEXICANOS				ESPECIFICACIONES GENERALES				N O R M A			
G E R E N C I A D E				S E P A R A C I O N				T-101			
P R O Y E C T O S Y C O N S T R U C C I O N				S E P A R A C I O N E N T R E T U B E R I A S				M e x			
M E X I C O . O . F .				(n o s i a 4 0 0 # U . S . A . S .)				P a g n a 1 d e 1			

1.- VALORES DE "A" $A = \frac{D1}{2} + \frac{D2}{2} + 76 \text{ mm.}$
 D1 y D2.- Diametros exteriores

2.- PARA TUBERIAS CON AISLAMIENTO AGREGAR AL VALOR "A" LOS ESPESORES DEL AISLAMIENTO (X1 y X2).
 $B = A + X1 + X2$
 SIN BRIDAS
 (Valores de "A")

3.- VALORES DE "C" $C = \frac{D1}{2} + \frac{D2}{2} + 76 \text{ mm.}$
 D1 y D2.- Diametros exteriores.

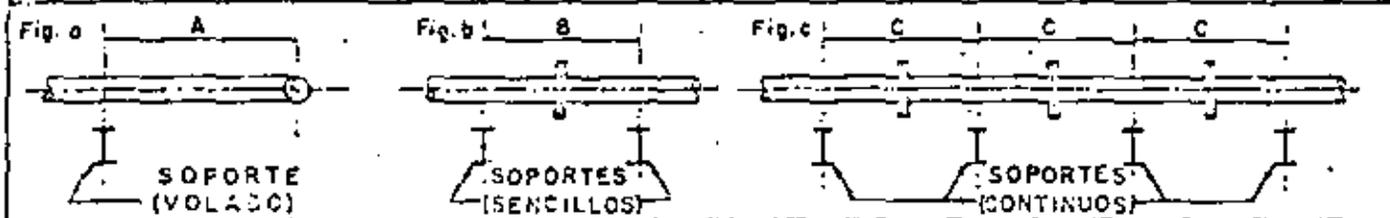
4.- PARA TUBERIA Y BRIDAS CON AISLAMIENTO AGREGAR AL VALOR "C" LOS ESPESORES DEL AISLAMIENTO (X1 y X2).
 $D = C + X1 + X2$
 $D2 \geq D1 (\text{Ver } 3)$

DIAM. TUBO	25	38	51	64	76	102	152	203	254	305	356	406	457	508	610	DIAM. TUBO	
	1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"		
610	395	405	405	420	430	445	470	495	520	545	560	585	610	635	685	150	25
508	345	355	355	370	380	395	420	445	470	495	510	535	560	585	180	180	30
457	320	330	330	345	355	370	395	420	445	470	485	510	535	190	180	180	51
406	290	305	305	320	330	345	370	395	420	445	455	465	205	205	190	190	6
356	265	280	280	290	305	320	345	370	395	420	430	230	215	215	205	205	70
305	255	265	265	280	280	290	320	345	380	405	255	255	240	230	230	215	102
254	230	240	240	255	255	265	290	320	355	320	290	280	265	265	255	255	32
203	205	205	215	230	230	240	240	240	380	355	350	305	305	290	290	280	30
152	180	180	190	205	205	215	215	430	405	380	365	345	330	330	320	320	254
102	150	150	165	165	180	190	495	470	445	420	395	380	370	370	355	355	152
76	140	150	150	150	165	545	535	510	485	465	430	405	405	395	395	395	76
64	125	140	140	150	510	585	560	535	510	485	455	445	430	430	420	420	64
51	125	125	140	680	635	610	595	570	545	520	485	485	470	455	455	445	51
38	115	125	710	685	660	635	620	595	570	545	520	510	495	495	485	485	38
25	115	840	785	760	735	710	700	675	650	620	585	585	570	560	560	545	25

CON BRIDAS
 LOS NUMEROS INFERIORES PARA BRIDAS SOBRE ESTA LINEA

5.- USAR LOS NUMEROS SUPERIORES CUANDO SE TIENAN BRIDAS EN LA TUBERIA DE MAYOR DIAMETRO O CUANDO SE TIENAN EN AMBAS LINEAS BRIDAS ALTERNADAS. USAR LOS NUMEROS INFERIORES CUANDO SE TIENAN BRIDAS EN LA TUBERIA DE MENOR DIAMETRO.

PETROLEOS MEXICANOS GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION MEXICO D.F.	ESPECIFICACIONES GENERALES	NORMA No.
	T-10-20B	T-101
	SEPARACION DE SOPORTES DE	Rev. []
	TUBERIA	Página: 1 de 1



TUBERIAS CON AISLAMIENTO																	
DIAMETRO DE TUBERIA	19	25	38	51	64	76	102	127	152	203	254	305	356	406	457	508	610
	3/4"	1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"
A	4'-0" 1.21	4'-6" 1.38	5'-0" 1.53	5'-0" 1.53	7'-0" 2.13	7'-6" 2.28	8'-6" 2.58	9'-6" 2.89	10'-6" 3.19	11'-0" 3.35	12'-6" 3.80	13'-0" 3.95	13'-6" 4.11	14'-0" 4.26	14'-0" 4.26	15'-6" 4.72	18'-0" 4.87
DEFLEX	.100"	.092"	.136"	.118"	.13"	.112"	.113"	.114"	.120"	.105"	.105"	.092"	.096"	.085"	.076"	.066"	.075"
B	6'-0" 1.87	8'-6" 2.56	10'-6" 3.19	10'-6" 3.19	13'-6" 3.60	14'-0" 4.26	16'-0" 4.87	18'-0" 5.48	20'-0" 6.09	22'-6" 6.53	24'-0" 7.31	25'-6" 7.77	25'-6" 7.77	28'-0" 8.07	27'-0" 8.27	29'-6" 8.98	31'-0" 9.44
DEFLEX	.109"	.156"	.161"	.134"	.155"	.159"	.168"	.172"	.179"	.153"	.157"	.151"	.137"	.129"	.117"	.126"	.118"
C	8'-0" 2.43	10'-0" 3.04	12'-6" 3.80	12'-6" 3.80	14'-0" 4.41	16'-6" 5.02	18'-6" 5.63	20'-6" 6.24	22'-6" 6.85	24'-6" 7.46	27'-6" 8.37	29'-0" 8.82	29'-0" 8.83	30'-6" 9.25	31'-6" 9.59	34'-0" 10.36	35'-0" 10.81
DEFLEX	.136"	.160"	.180"	.146"	.164"	.168"	.167"	.159"	.162"	.145"	.151"	.139"	.139"	.126"	.121"	.123"	.125"

TUBERIAS SIN AISLAMIENTO																	
DIAMETRO DE TUBERIA	19	25	38	51	64	76	102	127	152	203	254	305	356	406	457	508	610
	3/4"	1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"
A	4'-9" 1.43	5'-5" 1.67	6'-5" 1.97	7'-0" 2.13	8'-0" 2.43	9'-0" 2.74	10'-0" 3.04	10'-6" 3.19	11'-6" 3.50	12'-0" 3.65	13'-6" 4.11	14'-6" 4.41	14'-6" 4.41	15'-0" 4.57	15'-0" 4.57	16'-6" 5.02	17'-0" 5.18
DEFLEX	.134"	.156"	.149"	.135"	.153"	.168"	.162"	.135"	.141"	.130"	.122"	.120"	.109"	.101"	.087"	.099"	.087"
B	7'-6" 2.25	9'-6" 2.89	12'-0" 3.65	13'-0" 3.95	15'-0" 4.57	16'-6" 5.02	18'-0" 5.48	20'-0" 6.09	22'-0" 6.70	24'-0" 7.31	26'-0" 7.92	27'-6" 8.37	27'-6" 8.37	28'-6" 8.66	29'-0" 8.83	31'-6" 9.59	32'-6" 9.90
DEFLEX	.144"	.190"	.220"	.203"	.203"	.208"	.202"	.205"	.217"	.200"	.186"	.176"	.155"	.150"	.136"	.145"	.129"
C	9'-6" 2.89	11'-6" 3.50	14'-0" 4.26	15'-6" 4.72	17'-0" 5.18	19'-0" 5.79	21'-0" 6.40	23'-6" 7.16	25'-0" 7.62	27'-0" 8.22	29'-6" 8.93	31'-6" 9.59	31'-6" 9.59	32'-6" 9.59	33'-6" 9.59	36'-0" 10.97	37'-0" 11.27
DEFLEX	.157"	.217"	.222"	.220"	.209"	.219"	.206"	.215"	.199"	.176"	.170"	.165"	.150"	.140"	.134"	.128"	.120"

NOTAS:

- Las cifras inferiores están dadas en metros.
- Todas las deflexiones están basadas en 211.2 Kg/cm. (3000 psi) de esfuerzo de flexión máximo.
- Los esfuerzos y deflexiones están basadas en el peso de la tubería llena de agua, con ó sin aislamiento según el caso, mas un par de bridas de 125 #, localizadas en el centro de la clara (fig. b y c únicamente).
- Todas las deflexiones están calculadas considerando tubería con 40, para diáms. de 19 mm. (3/4"), ó 152 mm. (6") de esp. 30, para diáms. de 203 mm. (8") ó 305 mm. (12") y de esp. 20 para diáms. de 356 mm. (14") ó 610 mm. (24").

3. ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO

SPB	4	(L3)
INOC	C-14-7200.01	
	C-137-2237 0303	



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SUBDIRECCION GENERAL ADMINISTRATIVA
JEFATURA DE PROYECTOS

CLAVE
3.14.

ESPECIALIDAD
INSTALACION H.
Y SANITARIA

LONGITUD DE LARGUEROS

DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO MINIMO PARA DARLE VUELTA A UNA CONEXION		DIAMETRO CON AISLAMIENTO				SEPARACION DE LARGUEROS	DIAMETRO NOMINAL	
PUIG.	mm	m	m	19	25	38	50	METROS	mm	PUIG.
1/2	13	60	80	80	85	118	140	1.75	15	1/2
5/4	19	88	98	98	95	118	140	2.00	19	3/4
1	25	108	108	108	108	125	155	2.30	25	1
1 1/4	32	120	120	120	120	140	165	2.60	32	1 1/4
1 1/2	38	138	158	158	155	140	155	3.00	38	1 1/2
2	50	158	158	158	158	158	180	3.30	50	1 1/2
2 1/2	64	180	180	180	180	180	180	3.60	64	2 1/2
3	75	208	208	208	208	208	208	4.00	75	3
4	100	248	-	248	248	248	248	4.80	100	4

AUMENTARLE A LA LONGITUD TOTAL 20 cm. POR LOS EXTREMOS

3. ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO

578	4 (5)	(L3)
MES	C. 14-7200 01	
	C. 137-2237 0203	

35



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SUBDIRECCION GENERAL ADMINISTRATIVA

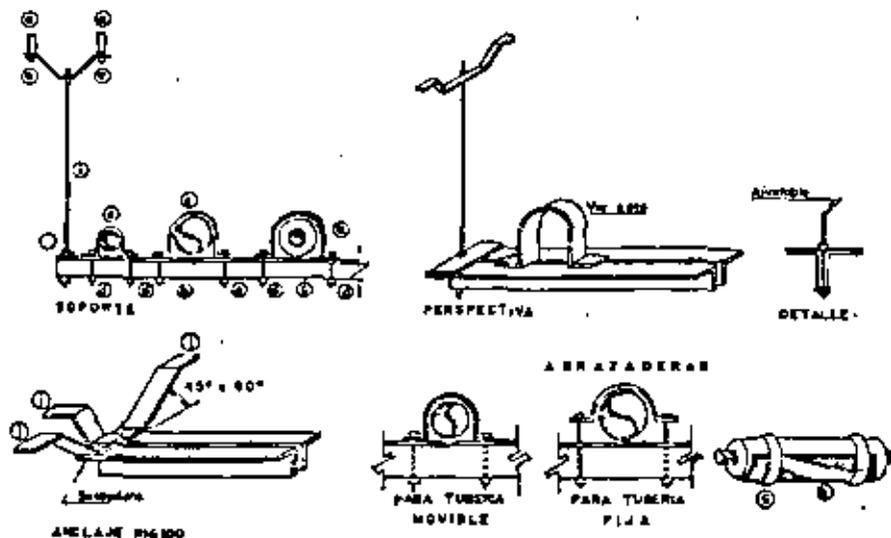
JEFATURA DE PROYECTOS

CLAVE
3.7.

ESPECIALIDAD
INSTALACION HIDRAULICA
Y SANITARIA

SOPORTERIA: I TUBERIAS AGRUPADAS. (Ver tabla de especificaciones)

a) Localizadas sobre el Planch.
Diseño No. 1.



- a. ANCLAJE.- Perno ROWBOLT
- b. LARGUERO.- Hierro ángulo estructural.
- c. ABRAZADERA.- Hierro plano.
- d. TORNILLERIA.-
- e. TORNILLERIA.-
- f. SOLETA.- Soldada o largueros
- g. FLEJE.
- h. CORAZA.- de lámina galvanizada No. 22
- i. TIRANTE.- Hierro redondo.
- j. SOPORTE FIJO.- Hierro plano.

NOTA.

PARA TUBERIAS TERMICAS, SE
INSTALARA UNA SI Y UNA NO.

b) Localizadas en ductos verticales
Diseño No. 2.

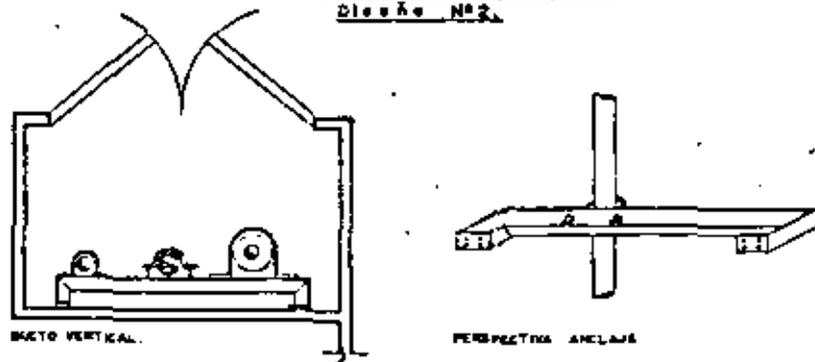


FIG. No. 2.4.1

3. ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO

38

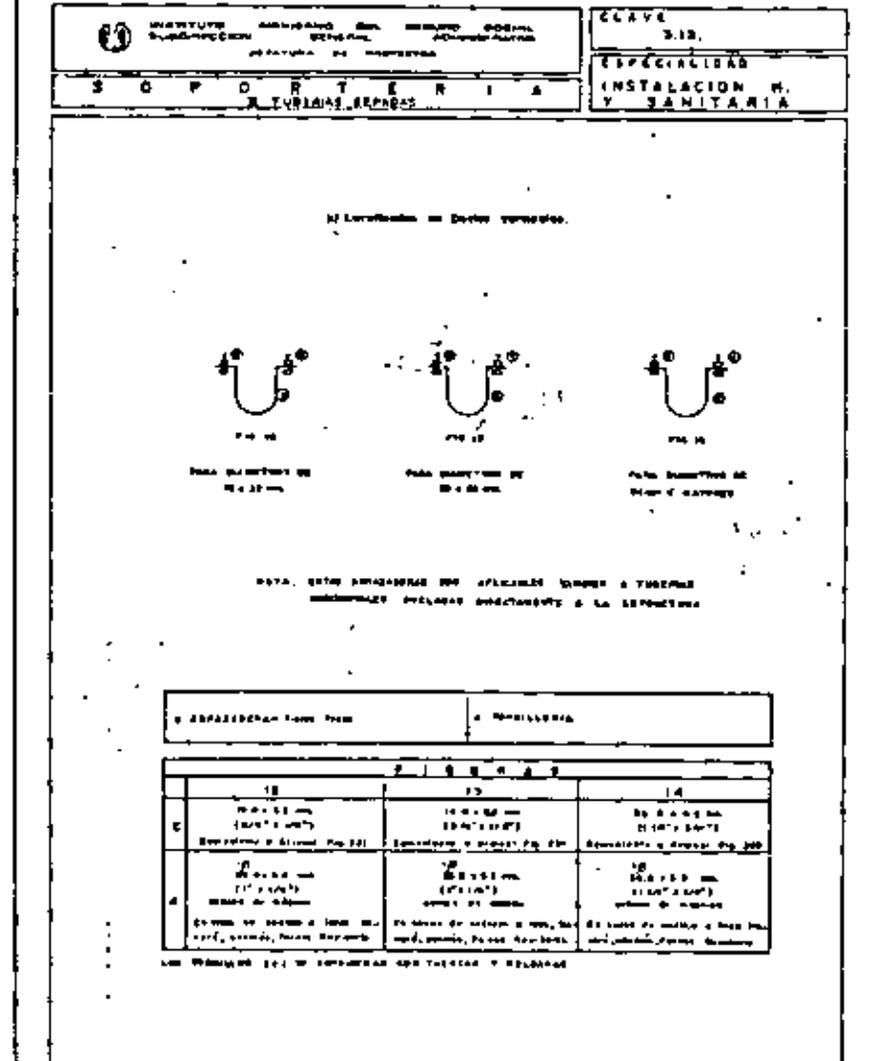
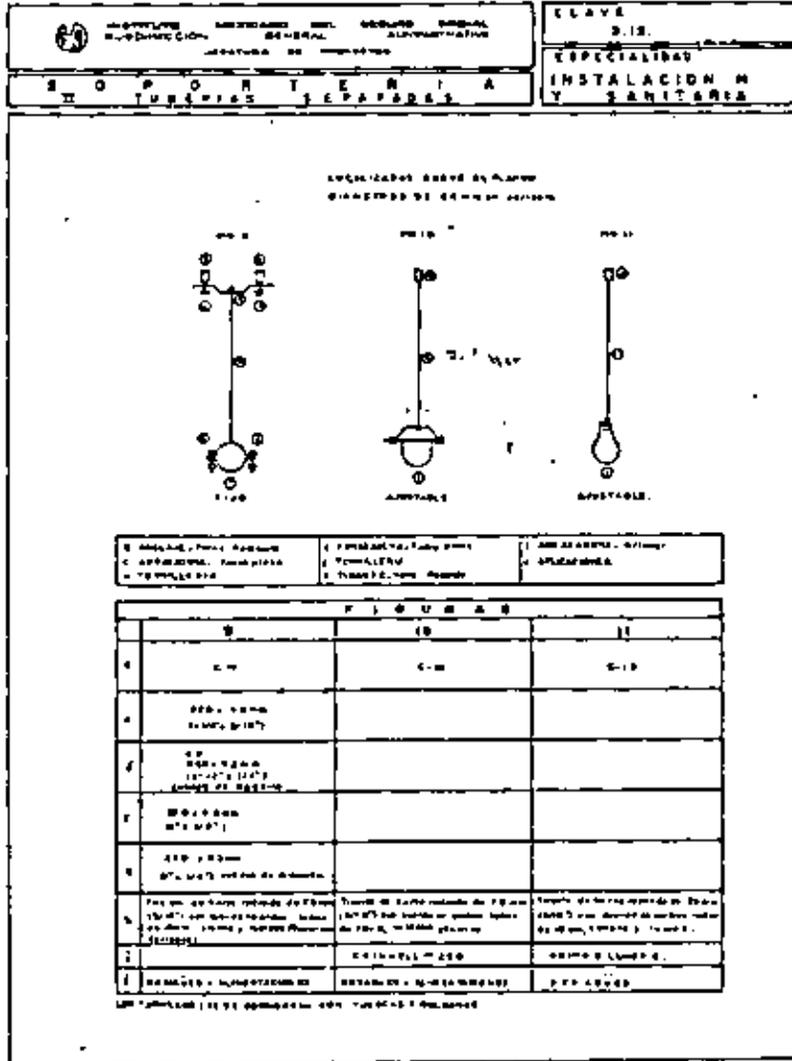


FIGURA No. 2.4.2

3. ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO

SIB	4 (5)
BASE C-14-7200-01	
C-137-2337 0303	

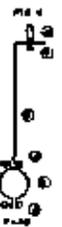
INSTITUTO VENEZOLANO DEL SEGURO SOCIAL
AUTORIDAD NACIONAL DEL SEGURO SOCIAL
SECRETARIA DE SALUD

CLAVE S.10.

ESPECIALIDAD
INSTALACION H. Y SANITARIA

4. LOCALIZACION SOBRE EL PLAFON
DIAMETRO DE 80 x 80 mm.



1. CABLEADO PARA PUNTO DE LUZ
2. TRAYecto, punto de luz
3. ABRAZADERAS, punto punto

4. PUNTO DE LUZ
5. TRAYecto, punto de luz
6. ABRAZADERAS

7. APPLICACION
8. TRAYecto, punto de luz
9. ABRAZADERAS

	FIGURAS			
	1	2	3	4
4	80 x 80	80 x 80	80 x 80	80 x 80
5	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')
6	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')
7	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')
8	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')
9			ABRAZADERAS	
10	ALUMBRADO	ALUMBRADO	ALUMBRADO	ALUMBRADO
11			1. PUNTO DE LUZ 2. TRAYecto 3. ABRAZADERAS	

VER FIGURAS (1) - DE ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO Y ANEXOS.

INSTITUTO VENEZOLANO DEL SEGURO SOCIAL
AUTORIDAD NACIONAL DEL SEGURO SOCIAL
SECRETARIA DE SALUD

CLAVE S.11.

ESPECIALIDAD
INSTALACION H. Y SANITARIA

4. LOCALIZACION SOBRE EL PLAFON
DIAMETRO DE 80 x 80 mm.






1. CABLEADO PARA PUNTO DE LUZ
2. TRAYecto, punto de luz
3. ABRAZADERAS, punto punto

4. PUNTO DE LUZ
5. TRAYecto, punto de luz
6. ABRAZADERAS

7. APPLICACION
8. TRAYecto, punto de luz
9. ABRAZADERAS

	FIGURAS			
	1	2	3	4
4	80 x 80	80 x 80	80 x 80	80 x 80
5	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')
6	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')
7	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')
8	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')	100 x 120 mm (100' x 120')
9			ABRAZADERAS	
10	ALUMBRADO	ALUMBRADO	ALUMBRADO	ALUMBRADO
11			1. PUNTO DE LUZ 2. TRAYecto 3. ABRAZADERAS	

VER FIGURAS (1) - DE ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO Y ANEXOS.

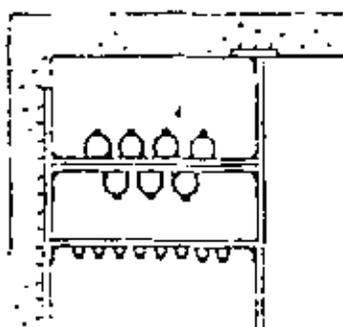
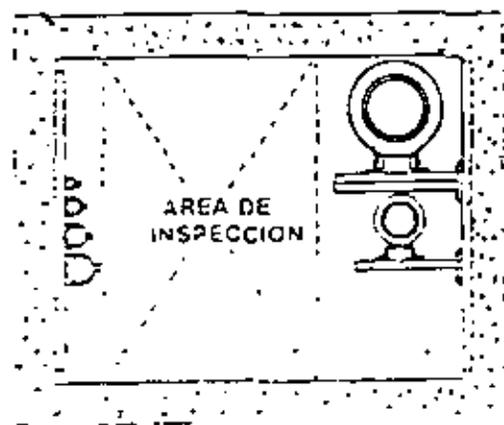
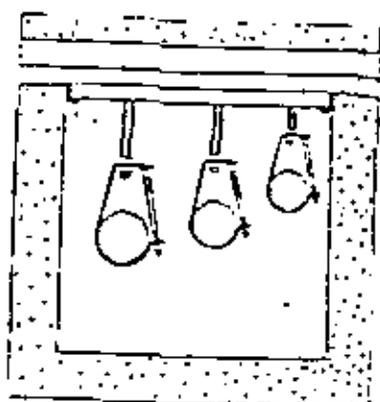
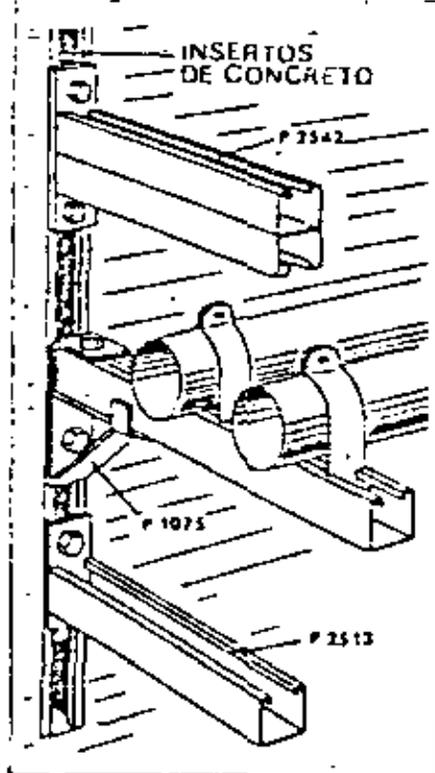
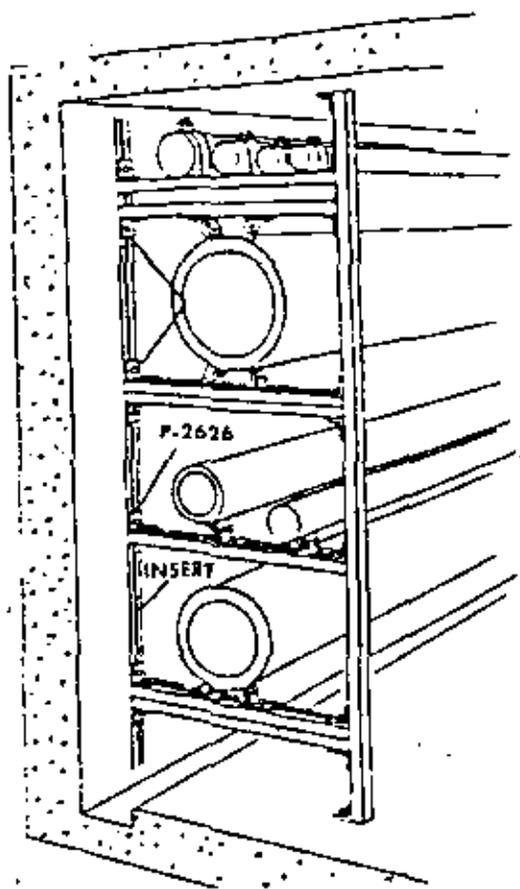


FIGURA No. 2 5.1

9. COMPENSADORES DE EXPANSION Y JUNTAS FLEXIBLES

4 (5)	(L3)
PASE C-14-7200.61	
C-137-7237	0309

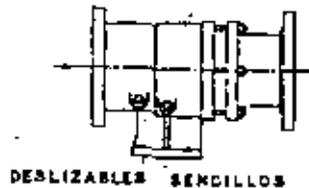


INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SUBDIRECCION GENERAL ADMINISTRATIVA
JEFATURA DE PROYECTOS

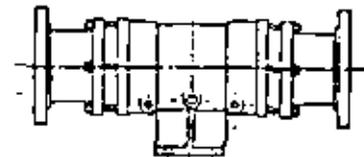
CLAVE E.E.
ESPECIALIDAD INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA.

JUNTAS Y COMPENSADORES DE EXPANSION

PARA DIAMETROS MAYORES DE 51 MM.

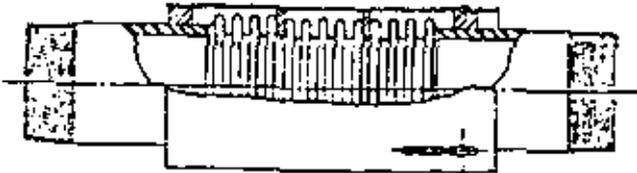


DESlizABLES SENCILLOS

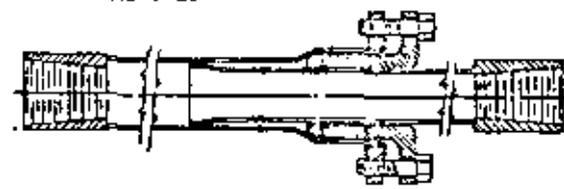


DESlizABLES DOBLES

PARA DIAMETROS DE 51 MM. O MENORES



CON CORRUGACIONES

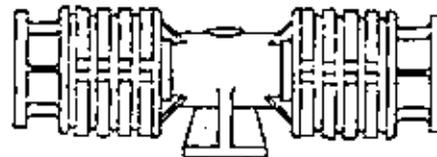


DESlizABLES

COMPENSADORES DE EXPANSION



SENCILLO



DOBLE

9. COMPENSADORES DE EXPANSION Y JUNTAS FLEXIBLES

878
4 (S) (L3)
IMSS C 14-7200 01
C 137-2737 0309

260



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SUBDIRECCION GENERAL ADMINISTRATIVA

JEFATURA DE PROYECTOS

CLAVE P.R.

ESPECIALIDAD

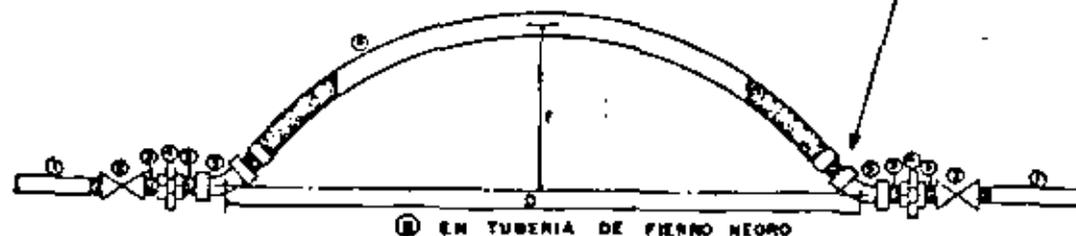
INSTALACION HIDRAULICA
Y SANITARIA

CON EXTREMOS ROSCADOS PARA DIAMETROS DE 50 MM Y MENORES



- ① TUBO DE COBRE.
- ② DOBLE DE COBRE A FIERRO EXTERIOR.
- ③ VALVULA DE COMPUESTA "WISCO" P# 88.
- ④ TIENCA DE UNION DE COBRE A FIERRO EXTERIOR.
- ⑤ BIFLE DE COBRE.
- ⑥ CODO DE COBRE A COBRE DE 45°
- ⑦ BIFLE DE COBRE, QUE QUEDEN 25 mm LIBRES ENTRE CONEXIONES.
- ⑧ DOBLE DE COBRE A FIERRO INTERIOR.
- ⑨ MANGUERA FLEXIBLE MARCA MANGUERA-FLEX MOD MPF-31, DE 50MM, CON TRABAJO SIMILAR Y CONECTORES MACHO P# 24 DE MANGUERA-FLEX.

- ① TUBO DE FIERRO NEGRO.
- ② VALVULA DE SUDO "WISCO" P# 807
- ③ BIFLE DE FIERRO NEGRO.
- ④ TIENCA DE UNION DE FIERRO NEGRO.
- ⑤ CODO DE FIERRO NEGRO DE 45°.
- ⑥ MANGUERA FLEXIBLE MARCA MANGUERA-FLEX MOD MPF-31, DE 50MM, CON TRABAJO SIMILAR Y CONECTORES MACHO P# 24 DE MANGUERA-FLEX.



NOTA: VER TABLA CORRESPONDIENTE PARA LONGITUD DE MANGUERA INCLUTENDO CONECTORES MACHO, DE "D" Y "I" DE ACUERDO CON LA LONGITUD DEL TUBO Y TEMPERATURA DEL FLUIDO QUE SE MANEJE.

7/8



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**FILOSOFIA DEL MANTENIMIENTO
- (complemento)**

Ing. Rubén Avila Espinosa

AGOSTO, 1983

RÉSUMEN DE LA PONENCIA

CALIDAD DE MANTENIBILIDAD EN EDIFICIOS PUBLICOS E INDUSTRIALES.

ING. RUBEN AVILA E.-SUBDIRECTOR INDUSTRIAL, GRUPO IPESA; VICEPRESIDENTE TECNICO SOMMAC; CATEDRATICO TITULAR UHAM.

Se establece que la mantenibilidad es una parte de la calidad de todo producto, desde una pieza a un edificio, pasando por equipos e instalaciones.

Todas las "idades" de la calidad, como son la fiabilidad, operabilidad, seguridad, disponibilidad, funcionabilidad, mantenibilidad, están relacionadas entre sí y se generan desde las primeras etapas del diseño del producto.

La mantenibilidad, independientemente de su sentido matemático, en el medio industrial, es la medida de la facilidad ó ECONOMIA con la que se es factible en un medio dado, dar el mantenimiento adecuado a un producto.

La mantenibilidad de un elemento debe estudiarse en sus "factores" económicos - atendiendo a su: a) UBICACION, b) ELEMENTOS DEFLECTORES, c) ACCESIBILIDAD, d) -- EQUIPO Y MATERIALES PARA EL MANTENIMIENTO, e) INCOMODIDADES DEL PERSONAL, f) -- COMPORTAMIENTO DEL ELEMENTO A MANTENER, g) INFORMATICA y h) ASPECTOS GENERICOS

Para el análisis de la mantenibilidad en edificios, es conveniente agrupar sus elementos en: Equipos, instalaciones y elementos rígidos.

En nuestro medio, por razones sociopolíticas, se presentan serios vicios conducentes a tener edificios, sobre todo los del sector público con graves (muy caras) deficiencias, ya que sus elementos se diseñan, construyen y compran buscando sólo la justificación inmediata del precio (sobrepeso); y pasando por alto todo lo que pueda venir después (del sexenio). A lo largo de la breve -- presentación de cada uno de los factores en los equipos, instalaciones y elementos rígidos, se van dando guías y recomendaciones concretas, así como presentando ejemplos reales típicos de las deficiencias y aciertos.

CAPÍTULO 1

②

INTRODUCCION

1.1 PROLOGO

Tenemos como base el postulado de que la mantenibilidad de un elemento debe ser proporcional a la importancia del mismo, esta es, tanto intrínseca, como contextual.

La importancia depende básicamente de:

- Necesidad de continuidad de operación, seguridad y buen aspecto.

Los capítulos siguientes nos permitirán conocer y aprender el manejo de los diferentes factores que intervienen en la mantenibilidad.

1.2 ALCANCE

Nos enfocaremos a hablar de la mantenibilidad a los grupos de elementos fundamentales de un edificio, sin tocar las áreas exteriores al mismo.

Tampoco se discutirá la teoría de la cantidad de refacciones y piezas ó materiales de repuesto que debe haber en existencia ó con disponibilidad más o menos inmediata.

1.3 MANTENIBILIDAD DE UN EDIFICIO

Es la calidad de mantenibilidad de las áreas constitutivas del inmueble.

En las siguientes páginas hablaremos de esta calidad, como la facilidad o economía con que a los componentes de un edificio se les puede dar el mantenimiento en un medio dado.

1.4 Para efectos de discusión, dividiremos al edificio en tres grupos de componentes; su equipamiento, sus instalaciones y su cuerpo. El equipamiento incluye elementos tales como: motores, bombas, equipos de aire acondicionado, -- elevadores, calefactores, calderas, etc. las instalaciones son las tuberías y ducterías de agua, gas, electricidad, vapor, aire, etc. el cuerpo del edificio incluye sus estructuras, pisos, muros, techos, etc.

Para efectos de nemotecnia compararemos los tres grupos con partes del cuerpo humano, siendo los equipos los órganos, las instalaciones las redes sanguíneas y electromagnéticas y los elementos rígidos (estructura, elementos arquitectónicos y acabados) el esqueleto, carne y músculos, y piel, respectivamente.

1.5 En los edificios privados, es frecuente que se encuentren serias deficiencias en su mantenibilidad. Como en cualquier producto que se compra ó se vende, había que culpar, tanto al proyectista como al cliente de esta pobre condición. La responsabilidad e iniciativa para superar el problema de-

(7)

be partir del proyectista, ya que él es el profesional del campo, y quien debe - incorporar en su proyecto todos los elementos económicamente justificables que hagan al edificio de alta calidad de mantenibilidad.

1.6 Como todos sabemos, cualquier inversión que se haga en calidad rendirá pingües beneficios. Esta premisa es evidente en el área de la mantenibilidad, ya que cualquier acierto u optimización en el proyecto, estará vigente a lo largo de toda la vida útil del edificio en tanto el uso que de él se haga sea el mismo para el que fué diseñado. y contrariamente una deficiencia en el proyecto - se hará evidente cada día de la vida del inmueble.

1.7 En los edificios públicos, la calidad de mantenibilidad es usualmente mucho peor, ya que en el presente Sistema, priva como escencia el obtener una fácial ganacia inmediata sin considerar el qué pasará después (a partir del siguiente sexenio).

1.8 Resumiendo, podemos decir que LA CALIDAD DE MANTENIBILIDAD EN LOS EDIFICIOS PRIVADOS ES MALA; Y EN LOS PUBLICOS, PESIMA.

1.9 Es el objetivo de este trabajo, el ayudar a hacer evidentes los beneficios de una buena mantenibilidad, a través de la exposición breve de algunas recomendaciones.

1.10 En mantenimiento hay una ley que aunque pudiera parecer medio en broma, - es a la larga cierta; dice que todo lo que pudiera fallar por mal mantenimiento, fallará. Es frecuente que la frasecita de "nunca hubiera pensado que pudiera suceder". Estrictamente contemplado, lo que pasa es que las probabilidades de falla no son bien calculadas y por lo tanto, subestimadas.

CAPITULO 2

FACTORES DE LA MANTENIBILIDAD EN UN EDIFICIO

La palabra factor se emplea aquí como fuente de problemas o de optimización de la mantenibilidad.

A través de la experiencia he podido detectar 8 fuentes, factores ó áreas a considerar en el diseño de la mantenibilidad.

- A) Ubicación
- B) Elementos Deflectores
- C) Accesibilidad
- D) Equipo y materiales de mantenimiento
- E) Incomodidad del personal
- F) Comportamiento del elemento a mantener
- G) Informática
- H) Condiciones especiales ó aspectos genéricos

A continuación vamos a discutir brevemente estas áreas:

A.- Ubicación.- Dependiendo de dónde este localizado el elemento a mantener

puede ser fácil ó difícil darle servicio, ya sea por un posición geométrica ó por el grado de deterioro que sufre por estar en el lugar.

Los puntos a considerar son: su altura y ambientes contaminantes que lo atacan directamente. Entre estos últimos, están los ambientes con -- temperaturas extremas, y atmósferas corrosivas.

B.- Elementos deflectores

El buen diseñador del mantenimiento sabe que las mejores ayudas son - los elementos estáticos ya que funcionan permanente sin vigilancia ni consumo de energía.

A estos elementos, ya sean físicos, tales como mamparas, persianas, - etc.; ó de diseño, tales como pendientes, agujeros, etc. los llamaremos deflectores, ya que desvían o alejan del elemento a mantener, los agentes nocivos, tales como: agua, polvo, humos, bichos, etc.

La mejor forma de mantener algo limpio ó despejado es evitar que la suiedad ó materiales se acumule.

El dominio de éstos elementos de mantenibilidad es ingeniería por exce^llencia.

C.- Accesibilidad

(7)

Todos los que hemos tenido que dar mantenimiento a algo, sabemos que unos de los enemigos más usuales son precisamente los obstáculos físicos ó dicho de otro modo, el difícil acceso al elemento por mantener.

Hay varios niveles de accesibilidad a considerar en el diseño:

Nivel 1.- Acceso al lugar de equipos pesados, tales como: montacargas, andamios móviles, camiones, equipo sobre ruedas.

Nivel 2.- Acceso al lugar de personas y/o equipo portátil

Nivel 3.- Acceso de herramientas y aparatos

Nivel 4.- Acceso a las manos

Nivel 5.- Accesos internos del equipo. Este nivel no es asunto del diseñador proyectista de un edificio, sino del diseñador fabricante del equipo en sí, y se refiere a la dificultad que presenta, -- por ejemplo un motor para llegar a reparar y substituir sus partes.

Es lógico que estos aspectos de acceso no se limiten a nada más al paso de equipo, personas, manos, herramientas; sino que al espacio vital para sus maniobras.

D.- Equipo y materiales gastables usados en el mantenimiento.

El diseñador debe prever que muy probablemente el usuario no va a adquirir ni el equipo ni los materiales específicos que él recomiende. Debe procurar que en el mantenimiento se usen los equipos, herramientas, materiales gastables, etc. de uso común.

En nuestro medio, sabemos por amarga experiencia que tenemos serias deficiencias en cuanto, a por ejemplo: "equipo para detección de fallas". El origen de este problema es el de siempre: Los altos ejecutivos no quieren invertir en algo que "no produce" y los ejecutivos del mantenimiento no tienen la habilidad de mostrar cuantitativamente (en pesos y centavos) lo irracional de esta actitud y sus consecuencias.

E.- Incomodidades del personal

Básicamente hay tres tipos de incomodidades a las que está sujeto un mantenista en su trabajo:

a) Las derivadas de un medio ambiente hostil, por ejemplo: alta ó baja temperatura, polvos, humos, olores desagradables ó irritantes, humedad, mala iluminación, áreas encharcadas, lugares con alimañas molestas ó peligrosas.

b) Las derivadas de una posición ó esfuerzo físico incomodo, por ejemplo: trabajar boca arriba, en cuclillas, hincado, etc.

- c) Las que obedecen a diversos factores, por ejemplo: los psicológicos, tales como lugares cerrados (claustrofobia), andamios altos (acrofobia), lugares peligrosos (producen estrés).

El diseñador de mantenibilidad debe considerar todos los posibles factores adversos anotados y reducir las incomodidades y el tiempo de exposición a ellos, a un mínimo. El no hacerlo, traerá una consciente ó inconsciente repulsa a hacer el mantenimiento, con las predecibles consecuencias.

F.- Comportamiento del elemento a mantener.

Como comportamiento, debemos entender la curva tiempo-deterioro ó uso-deterioro de lo que estamos manteniendo.

Es en este punto en donde el diseñador debe hacer gala de su capacidad analítico-matemática para hacer la mejor selección del equipo, considerando factores tales como fiabilidad (costos).

La más alta mantenibilidad (facilidad para dar mantenimiento), deberá aplicarse a elementos cuya seguridad ó continuidad de operación sea fundamental.

G.- Informática

Este factor es quizá el que más adversamente afecta al buen empleo del

tiempo de la actividad mantenimiento. La falta de información es en realidad, el primer factor inmediato a considerar cuando se requiere mejorar el mantenimiento.

Explicable ó inexplicablemente, la información de que disponemos los jefes del departamento de mantenimiento, es usualmente pésima (casi nula).

Nadie puede hacer trabajos de calidad si no dispone de la información necesaria. Esta información abarca un sinnúmero de elementos, desde libros, catálogos, memorias, planos, etc. hasta bitácoras y experiencias documentadas; esto sólo en cuanto a papeles.

En cuanto a información "in situ", es lamentable la condición usual de no tener identificaciones, ó codificaciones en los elementos de un equipo, - cuerpo de edificio ó instalación.

H.- Condiciones especiales

Existen muchos factores que hacen necesario tener especial cuidado en el mantenimiento de algunos elementos; estos factores usualmente tienen como característica el hecho de que pueden ser pasados por alto ó subpreciados por el diseñador, ya que aparentemente no siempre hay razones "técnicas" para considerarlos.

Como ejemplo están las consideraciones estéticas, sociales, políticas, sindicales, de idiosincrasia, antropométricas, etc.

En los capítulos siguientes haremos cortos comentarios y recomendaciones sobre equipos, instalaciones y partes del edificio.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES SOBRE MANTENIBILIDAD DE EQUIPOS DE UN EDIFICIO*

A) UBICACION

Es conveniente que la mayoría de los equipos estén ubicados en un "cuarto de máquinas," ya que esta concentración facilita su mantenimiento. Se debe cuidar que este local sea amplio en todos sentidos, limpiable fácilmente, ventilado y con las mejores comodidades.

No es justificable el aire acondicionado, pero si una muy buena ventilación natural, y si esta no fuera suficiente, ventilación forzada.

Los equipos que estén a alturas incómodas deben tener mantenimiento de gran lapso. De algunos equipo ubicados en posiciones muy especiales, tales como: luminarios, equipo electrónico con baterías, es procedente pensar en la conveniencia de llevarlos a un centro ó taller bien equipados en lugar de darles mantenimiento "in situ" En estos casos, si el equipo es muy importante, lo que precede es tener suficientes equipos semejantes de recambio para evitar urgencias y problemas. En este caso, la fácil revisión y montaje es un asunto de mantenibilidad.

* Nos limitaremos a los equipos fijos que forman parte del edificio, tales como: compresores, bombas, calderas, etc.

Especial cuidado habrá que tenerse en las frecuencias de mantenimiento del equipo que trabaje en temperaturas altas.

En nuestro país, una gran parte de los edificios están cercanos a las costas y por lo tanto, sujetos a atmósferas que causan más corrosión que la que se pueda pensar a primera vista.

Estudio especial requiere el equipo instalado en sótanos y túneles.

El ingeniero de mantenibilidad debe vigilar desde el diseño, que el espacio reservado a equipos sea el adecuado no nada más para el equipo previsto, sino para futuras ampliaciones.

En el caso de edificios de más de 10 ó 12 pisos es conveniente estudiar el dedicar un piso intermedio para alojar equipo y ser centro de distribución de instalaciones.

B.- ELEMENTOS DEFLECTORES

(13)

En los equipos, hay que evitar cubiertas planas por ejemplo: charolas, en donde pueda acumularse agua ó polvo. Unas mamparas bien orientadas en ventanas cercanas, mantendrán al equipo fresco y disminuirán la acumulación de polvo.

El flujo de aire es un asunto difícil de preveer, por lo que si no hay seguridad, hay que procurar tener persianas semifijas y dejar que la operación nos indique la mejor posición antes de fijarlas definitivamente.

NOTA: Las persianas totalmente móviles son muy caras y difíciles de mantener en sus mecanismos.

C.- ACCESIBILIDAD

Hay que recordar que este punto implica el paso hacia el equipo y las áreas de maniobra. Hay que considerar el libre acceso en sus cinco niveles.

Nivel 1.- Si consideramos equipo de peso considerable, digamos, más de 50 kg, hay que procurar que sea posible llegar con una grúa móvil ó montacarga. Un punto a revisar en el diseño, es la capacidad del piso para soportar el peso de los equipos de manejo de materiales a carga total y un poco más para cubrir imponderados.

En el caso de equipo en el cuarto de máquinas, es recomendable que las puertas sean de altura y ancho máximo. Práctica recomendable es la de poner todas las puertas con celosía; que sean a altura total y que ocupen todo el ancho de por lo menos un lado del local.

Nivel 2.- En la mayoría de los equipos, es conveniente dejar espacio todo al derredor, no nada más para que circulen personas, si no para que puedan salir partes largas del equipo, por ejemplo: flechas, tubos, etc.

Este es un punto que frecuentemente da problemas, cuando quien diseña no es un profesional, ya que en el arreglo de la distribución de equipo se trabaja con dibujos de ellos a escala, pero no se muestran sus áreas mínimas de partes que salen cuando se desensamblan.

Nivel 3.- Los cuidados son parecidos a los del nivel 2.

Nivel 4.- Sólo hay que recordar que los brazos y manos no están articulados como juntas esféricas. Cuántas veces nos encontramos que llegamos con las manos al punto a reparar pero nos es imposible accionar herramientas ó introducir herramientas ó materiales.

D.- EQUIPO Y MATERIALES DE MANTENIMIENTO

(15)

En otros escritos he insistido en que la operación de un producto debe -- ser sencilla, pues bién, esto reza también con su mantenimiento.

La persona que diseña un mantenimiento, debe hacerlo en su frecuencia, forma, herramental, mano de obra, etc.

Al diseñar el mantenimiento tiene que ubicarse en la realidad industrial nacional, y saber, que desgraciadamente los recursos de las Departamentos de Mantenimiento son muy inferiores a lo que lógica y económicamente deberían ser, y que las herramientas y materiales gastables que tienen los -- operarios mantenentes son las estándar.

Mucho hay que cuidar la revisión de los manuales de mantenimiento de equipos provenientes de países desarrollados, ya que piden herramientas y fluidos especiales, mismos que son imposible de adquirir en nuestro país, y -- más ahora en la actual crítica situación en cuanto a importaciones.

El otro aspecto básico es el de "poner los pies en la tierra", o mejor dicho en la Región, y conocer qué calificación de mano de obra se tendrá disponible y cuales son sus costumbres y sus modos de hacer las cosas.

En la mantenibilidad, muestra su plena valía la ley que dice "LA BONDAD DE UNA IDEA ES EL PRODUCTO DE SU CALIDAD INTRINSECA POR SU ACEPTACION".

Este punto está relacionado con el de accesibilidad en sus niveles 2,3, y 4.

En una operación de mantenimiento (ó "evento de mantenimiento"), se trata de reducir a un mínimo los tiempos y de cumplir con una determinada fiabilidad.

Cuando por cualquier razón, al dar mantenimiento a un equipo, o en este caso, a un componente del equipo, se prevean condiciones incómodas de trabajo, procede estudiar el llevar la componente a un "taller de mantenimiento", en el mismo edificio.

Esta sugerencia de destinar en cada edificio, un área exclusiva para almacén y taller de mantenimiento es digna de tenerla en cuenta, ya que los beneficios compensarán con creces el costo intrínseco del espacio.

Las ventajas no nada más son en cuanto a velocidad de operaciones y reparaciones, si no que son también de control de personal, motivación, etc.

Este punto es por sí sólo, motivo de una tesis.

F.- COMPORTAMIENTO DEL ELEMENTO A MANTENER

(12)

Como ya se mencionó, el buen criterio y experiencia del ingeniero que proyecta, son fundamentales en la selección del equipo, y su mantenibilidad es un aspecto clave a considerar.

Este punto es uno de los peor logrados en nuestros edificios, sobretodo -- en los del sector público, ya que el más inmediato (pero nunca el más sólido) de los atractivos en la adquisición de un equipo, es el precio; y es precisamente aquí en donde tienen lugar los malos manejos del corrupto medio. Se compra usualmente lo que más ganancias (lícitas y/o ilícitas) da a quién maneja la negociación y pocas veces lo que es más adecuado (leáse - ECONOMICO).

Un ejemplo de mala calidad, si como tal se debe entender la satisfacción -- del usuario, es el caso de los edificios e instalaciones industriales en la Cd. de México y áreas con clima templado, en donde como "gancho" ó por "negocio", se instalan costosos y sofisticados sistemas de aire acondicionado. La pregunta que siempre me ha formulado es el ¿POR QUE?, se proyectan estas instalaciones, ya que una estimación conservadora de la susucrita es --- que más del 80% de los equipos quedan inoperantes antes de 5 años por falta de mantenimiento.

G.- INFORMATICA

(18)

Es mucho lo que podríamos hablar sobre las causas del lamentable facto - de qué la información que se tiene específicamente de los equipos en nuestros departamentos es raquítica.

Algunas de las causas son:

- a) Quien estipuló la compra del equipo no recalcó que se requiera, y no se cuidó que ésta viniera completa.
- b) -La información del equipo "se la quedó" el jefe del almacén, el de compras, etc.; y no llegó al Depto. de mantenimiento.
- c) La información "se la llevó el pasado ó antepasado jefe" como artículo personal ó "por si le hacía falta en otro lado".
- d) La información "se perdió" ó esta traspapelada, etc, etc, etc.

Por otra parte, además de la información específica de cada equipo, como son: la revisión, factura, catálogo técnico, manual de operación y mantenimiento, catálogo de despiece, etc; hay otra mucha que no está en mejores condiciones, como son:

- 1.- Los libros técnicos que tratan sobre equipo, por ejemplo: libros de compresores, bombas, etc.

2.- Normas y reglamentos sobre equipos, por ejemplo: calderas y subestaciones.

3.- Bitácoras

4. Memorias de fallas documentadas; con comentarios.

H.- CONDICIONES ESPECIALES

El aspecto "estético" es un punto que usualmente requiere atención sobre todo por dos razones: a) que un equipo bien presentado y limpio es motivante, b) que es motivo de comentarios cuando el equipo es visible durante las visitas de personajes importantes.

Hay otros puntos o equipos cuya importancia podemos pasar por alto si no analizamos más a fondo sus posibles recovecos. Por ejemplo en un hotel, debemos considerar un mantenimiento conducente a una más alta fiabilidad, para el equipo destinado a las áreas, por el uso de las cuales los huéspedes pagan más.

El ejemplo anotado puede parecer "fascista", pero en el mundo capitalista la calidad que alguien exige va en función de los pesos (ó dólares) que paga por ella.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES SOBRE MANTENIBILIDAD DE INSTALACIONES EN UN EDIFICIO

Se entiende como instalaciones a las redes eléctricas, hidráulicas, sanitarias, neumáticas, de gas, vapor, combustible, ductos preconstruidos de aire, charolas etc., y sus soporterías.

A) UBICACION

Dentro de los puntos a analizar, está la altura de las instalaciones; deben ser lo suficientemente altas como para que no interfieran con maniobra alguna, pero no se les debe de colocar a alturas innecesarias, ya que se dificulta su mantenimiento. Detalles importantes para su mantenibilidad son: el correcto ordenamiento y espaciamiento vertical, ya que por ejemplo: las líneas eléctricas por ningún motivo pueden quedar en un nivel inferior a líneas que puedan gotear ó desprenderse.

Las alturas siempre deben ser mayores que el máximo nivel posible de una inundación. NINGUNA INSTALACION DEBE CORRER SOBRE EL PISO.

Las líneas que pueden gotear deben ubicarse de tal forma que las fallas se detecten de inmediato y bajo ellas no poner elementos delicados.

Se debe cuidar especialmente las líneas que cruzan lugares húmedos y/o temperaturas extremas. El mantenimiento es un asunto a cuidar en forma cons-

lante en tuberías con aislamientos. Es conveniente evitar tener redes fuera del edificio, por ejemplo: es más fácil iluminar las áreas exteriores -- que un sitio, desde la azotea del edificio, que tener costosas redes subterráneas en la periferia para ese propósito.

Respecto a la soportería, esta debe permitir flexibilidad en movimientos y tener capacidad de sobra para futuras ampliaciones, por ejemplo: charolas, y ménsulas se deben proyectar para poder recibir de un 20 a 50% de circuitos futuros.

El tener soportería con alto factor de seguridad, tiene un sobre costo mínimo, por lo que no vale la pena escatimar al respecto. Un punto clave para no tener problemas mayores de mantenimiento en instalaciones, es la adecuada sujeción de los elementos de soportería. Una buena recomendación es el -- usar sujetadores pasantes en los muros y techos, en lugar de taquetes. Hay que recordar, que los elementos de soporte, no nada más se diseñan para los ductos que llevan, sino que casi siempre debe pensarse en que alguien se va a colgar ó va a trabajar sobre ellos.

B.- ELEMENTOS DEFLECTORES

El primer punto a considerar como facilitador del mantenimiento en este aspecto, es el adecuado espaciamiento de tubos y conductores entre sí y entre ellos y la pared y techo.

Las charolas deben ser abiertas por la parte inferior. Aunque están de moda, en lo personal, recomiendo no usar canalizaciones con tapa ya que no tienen la supuesta estanqueridad y sí acumulan el polvo, agua, basura, ratones, -- arañas, etc.

El mejor elemento deflector de materiales, es la gravedad, es decir, el tener pendientes adecuados es básico. En lo personal, recomiendo pecar un poco en exceso y no en defecto respecto a los recomendaciones de libros ó tradicionales recetas.

Un ejemplo interesante es el de elementos difusores bajo las lámparas fluo-
rescentes, recomiendo que sean rejillas y no controlentes (?) atrapapolvo.

C.- ACCESIBILIDAD

Como referencia ver este punto en lo relativo a equipos.

Este punto es importante , ya que la pérdida de tiempo por falta de cuidado en esta área es fantástico.

Ductos en edificios.- Un eterno conflicto entre ingenieros instaladores y de mantenimiento , con los arquitectos es la falta de previsión por parte de los segundos de espacio vital en los ductos integrales de los edificios.

Los problemas de serias consecuencias, que usualmente encontramos en el proyecto son:

- a) El número de tubos y cables que irán por el ducto se subcuantifica ó "se olvida" algo.

- b) En las últimas etapas de construcción se decide meter más cosas por los ductos.
- c) No hay espacio para futuras redes de ampliaciones. En lo personal reco^{miendo} no menos del 30% de espacio de reserva en este respecto.
- d) No hay espacio para maniobrar en la conexión, desconexión, reparación, etc.
- e) Están tan juntos los tubos ó sus accesorios, que se tocan, con la consi^{guiente} transferencia de calor entre ellos y la falta de ventilación.
Recomiendo a la actividad que vaya a "comprar" un diseño arquitectónico que revise y exija espacio suficiente en los ductos.

Instalaciones ocultas.- Al igual que el punto anterior, hay que pelear para que los proyectistas no decidan ocultar instalaciones, sobretodo, hay -- que EVITAR EMBEBER CANALIZACIONES en losas y muros, afortunadamente, algunos arquitectos de vanguardia, con buen sentido de la estética y funcionalidad, están haciendo bellos trabajos, dejando visibles, en armonía al contexto, las instalaciones; por ejemplo: ductos y cajas eléctricas, tuberías pequeñas, etc. inclusive en áreas antiguamente vedadas a esta práctica, como son oficinas, despachos, lugares de atención al público, etc.

En otros países aún más ricos que nosotros, no tienen empacho en dejar visibles ducterías sanitarias, de agua, eléctricas y similares. Esta tendencia está ganando cada día más adeptos en nuestro país.

Una buena práctica, que confirma lo visto es el párrafo anterior, es el usar - cableados colgantes desde el falso plafón, con un tubo. plica, cromado, de --- acrílico ó cable eléctrico transparente; el efecto que se logra no se ve mal.

Un claro ejemplo de absurdas prácticas de los arquitectos decoradores, es el - poner contactos eléctricos de piso. Excepto por una que otra mansión de lujo, en los edificios en donde hay movimiento, el 99% de los contactos estan inusa- bles antes de cinco años.

Espaciamiento.- Además de ser necesario el buen espaciamiento entre tubos, -- por razones de interferencias magnéticas y térmicas; se tiene que es convenien- te ir al máximo(económico) para facilitar las maniobras con las herramientas y manos.

Registros.- En este punto, al igual que en los anteriores, hay que pecar de ex- ceso, pero nunca de defecto; en este caso, en el número, tamaño y acabado, de los registros de todos tipos.

En lo personal, recomiendo que se ponga un mayor número de registros que los - tradicionalmente recomendados ya que la inversión será pagada con la primera - vez que uno de ellos se use; esto es especialmente cierto en el caso de redes de aguas servidas.

- Algunas recomendaciones concretas:

Para mejorar la mantenibilidad de ductos y redes, recomiendo:

- a) Usar teos en tuberías en lugar de codos, poniendo un tapón removible en el extremo que no se usa.
- b) Usar tuercas unión profusamente.
- c) Usar plafones falsos, pero de materiales y colores estándar, para que puedan ser reemplazados cuando algún panel se dañe.
- d) Usar profusamente trincheras abiertas ó con rejillas siempre que sea posible, sobretodo en fábricas, tanto en el interior del edificio como en el perímetro y en áreas exteriores. La misma trinchera puede alojar líneas de diferentes fluidos.

D.- EQUIPO Y MATERIALES DE MANTENIMIENTO

Como referencia, ver este factor en el capítulo anterior.

Dentro de los materiales que se usan en el mantenimiento de ductos, están -- los recubrimientos, generalmente pinturas. Al respecto, hay que cuidar que los tubos sean pintables, ó mejor, que no requieran nunca pintura, ya que -- las prácticas de pintura que se acostumbran en nuestro medio son en general malas. Como estimado, considero que de los problemas que se tienen por falla en superficies pintadas, por lo menos un 80% son por deficiencias en la técnica empleada y en la mano de obra.

Pocas veces el problema es por calidad de la pintura, siendo lo común, que

la poca duración de la capa se deba a que no se limpió y preparó adecuadamente la superficie, sino que sólo se "embadurnó" sin ton ni son.

Cómo ejemplo de lo que no puede esperar un diseñador del equipo de mantenimiento, es que para limpiar tuberías se usen sofisticados chicotes flexibles accionados a motor, ó bolas para empujar las obstrucciones, etc. Una buena idea, por lo apegado a lo que probablemente sucederá, es la de suponer que para limpiar tubos, van a usar varillas corrugadas de once metros de largo.

E.- INCOMODIDADES DEL PERSONAL

En las instalaciones, a veces se olvida que hasta ellos deben llegar gentes con equipo, a hacer reparaciones. Cuando diseñemos rutas, hay que considerar lo anterior. Igualmente, cuando las instalaciones corren por áreas inhóspitas, es probable que nunca sean revisadas y que no se les de servicio, por evitarse exposición a esas condiciones, ejemplos de áreas difíciles son los túneles, sótanos, cloacas, etc.

No puedo menos de mencionar aquí un ejemplo que conjuga algunos factores -- que hemos visto. Ya se comentó que siempre hay que tener en mente, la --- idiosincracia de los operarios mantenentes y sobretodo de los usuarios.

En unos muy grandes edificios en los que el sótano se destinó a alojar todas las instalaciones del inmueble, en la planta principal hay todo tipo de pequeños comercios, desde bancos, tiendas, restoranes, oficinas, fondas, etc., hasta grandes bodegas.

El asunto es que a los arquitectos no se les ocurrió dotar a cada local de instalaciones sanitarias, sino que centralizaron unos cuantos sanitarios en cada gran nave ó crujía. La solución (?) de cada locatario, sobretodo de los dueños de fondas fué muy simple ----- abrir agujeros en la losa.

El sótano muy pronto se convirtió en la mayor letrina del mundo, a la cual no se puede penetrar por haber gases venenosos y flamables, quedando las instalaciones sin posibilidad de mantenimiento.

F.- COMPORTAMIENTO DEL ELEMENTO A MANTENER

Precisamente, debido a que las instalaciones en su ruta, cruzan varios ambientes, a veces por lugares inaccesibles ó peligrosos, etc.; es conveniente considerar la mejor calidad para ellas, sobretodo, cuidar la de los materiales en las rutas que serán de difícil acceso, por ejemplo los que van -- por ductos enterrados, subacuáticos, etc.

Hay que recordar, que en México tendemos a hacer operar instalaciones, equipos, edificios, etc. mucho más allá de lo que en el diseño se consideró como vida útil ó económica.

En la realidad de nuestras plantas, es ilusorio pensar en que por ejemplo a los 15 ó 20 años, se va a reemplazar una tubería ó cableado; se le repara ----- y repara ----- y repara, aunque esto resulte antieconómico.

Un buen diseño de canalizaciones debe contemplar siempre líneas de emergencia, mismas que se conecten rápidamente, para mantener la continuidad del -

servicio en tanto se repara ó se da mantenimiento a las líneas usuales.

Al igual que en el caso de equipos, es recomendable tener varias líneas para una capacidad dada, por ejemplo, en cargas eléctricas tener dos ó tres líneas en paralelo en canalizaciones independientes y con otra canalización ya cableada de reserva.

G.- INFORMATICA

Hay una condición por demás frecuente en las plantas industriales, edificios y en general en todas las construcciones; es el hecho de no tener identificadas las líneas de las instalaciones. Probablemente menos del 1% de los cableados en América Latina están identificados.

No es difícil el tener buenos códigos de identificación de líneas, incluyendo etiquetas indelebles, colores, flechas, carteles, símbolos, etc.

Este sencillo punto es uno de los que daría más altos ahorros en cualquier campo. El problema, como siempre, es el convencer a los directivos ó dueños de la rentabilidad de la pequeña inversión que representa el tener códigos.

Otro de los puntos más deficientes es la falta de planos. En el 90% de las instalaciones con más de 10 años, los planos no se encuentran disponibles y del 10% restante, 8% no han sido mantenidos actualizados. También este

es un punto que no tiene razón de ser. Probablemente el origen es la negligencia de los responsables de supervisar las construcciones, quienes no actualizan los planos a medida que las modificaciones se van sucediendo.

Todo lo anterior es nefasto y causará terribles dolores de cabeza a los encargados del mantenimiento.

H.- CONDICIONES ESPECIALES

Ya se habló de los malos efectos que puede tener el apilotonamiento de líneas; muchas veces, esto no es evidente hasta que no concurren en los ductos, trincheras, paredes, charolas, etc. todos los circuitos de los diferentes fluidos. El ingeniero que diseña la mantenibilidad debe tener la habilidad para "coordinar" las rutas de líneas, de tal manera que no haya interferencia entre ellas.

En unos años más, se dispondrá en México de máquinas de dibujar computarizadas que ayuden a prever estos cruzamientos e interferencias.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES SOBRE MANTENIBILIDAD DE PARTES CONSTITUTIVAS DE UN EDIFICIO.

Un edificio debe diseñarse teniendo en consideración que serán muchísimas las horas de mano de obra y equipo, que se utilizarán para mantenerlo seguro, limpio, presentable y operable a lo largo de quizá 30 ó 50 años.

Cualquier esfuerzo que se haga por mejorar el diseño, en este sentido será altamente redituable. Por ejemplo, el usar 10 horas-ingeniero para optimizar una -- distribución de un solo piso, que evite recovecos, mejore vialidades, permita -- puertas más amplias, etc. se traducirá quizá ya en operación, en un ahorro de 10 h de mantenimiento por semana, ¡ Cuantas horas en 50 años !

En este aspecto de calidad de mantenibilidad en las partes de un edificio, es -- cuando es primordial el estudiar, analizar y considerar la idiosincracia de la -- gente que hará uso del inmueble, sobre todo en edificios públicos ó industriales. Hay que conocer sus problemas, condiciones, traumas, etc., para prever sus reacciones hacia (ó en contra) del edificio, minimizar la probabilidad de daño por -- descuido intencional e inclusive prever vandalismo y sabotaje.

Un edificio mantenible fácilmente se conservará más atractivo al usuario y por -- lo tanto lo motivará a conservarlo en buen estado.

Muchas veces un mal uso de una parte de un edificio, está causado ó por lo me-
nos propiciado por falta de comodidades, por ejemplo baños, pasamanos, prede-
las, sillas, etc.

Un punto muy importante en el proyecto, es el prever la probabilidad, casi -
seguridad es que las frecuencias de mantenimiento, tales como lavado, pintura, -
desinfección, etc. serán más espaciadas que las que él o los canones recomien-
dan. En cierta forma, puede decirse que se debe diseñar a prueba ó por lo menos
resistente a indolencia y abandono.

A.- UBICACION

La localización del elemento, es lo que nos da la pauta del uso al que -
estará sujeto el mismo.

Una recomendación concreta: hay que luchar por que los arquitectos no --
exageren, sobre todo en edificios industriales, los elementos "decorati-
vos", tales como altos pretilos ó masas de concreto con el único fin de
"tener juego de volúmenes". Insisto en que no estoy contra el uso sino
contra el abuso, ya que cada metro cuadrado ó cúbico sobre todo de este
tipo requiere buen mantenimiento, esencialmente limpieza y pintura.

B.- ELEMENTOS DEFLECTORES

(32)

Ventilación y movimiento de aire.- El más importante punto para la buena mantenibilidad es el hacer que la naturaleza trabaje para nosotros. El diseñador debe preocuparse para que la ventilación y el movimiento de aire sea provocada por elementos estáticos. La ventilación forzada por medios mecánicos es siempre mala en cuanto a mantenibilidad y debe usarse sólo como último recurso en donde ya la arquitectura no da más.

La principal fuerza natural que trabaja para la mantenibilidad es la de la gravedad y esta se maneja con la máxima pendiente posible. Las pendientes tradicionales recomendadas se pueden aumentar con grandes ventajas, por ejemplo en pisos, trincheras, ducterías, etc. En lo personal he proyectado pisos industriales de hasta 2% de pendiente sin problemas.

Hay que evitar elementos atrapadores de polvo, tales como cornisas; a propósito de cornisas un tipo de cornisa de moda hace algunos años y que desgraciadamente aun se usa, es el de cornisas ó canalones integrales a la parte alta de muros para alojar lámparas que den luz indirecta; además de la pésima eficiencia lumínica, el mantenimiento es carísimo y difícil.

El diseñador de mantenibilidad debe conocer el nivel de contaminación ambiental, principalmente la polución de partículas pesadas ("fallout").

El buen arquitecto ó ingeniero no culpan al "ambiente" de las dificultades que se tienen para mantener presentable a un edificio.

Un buen ejemplo relacionado con el punto, es la absurda insistencia de los diseñadores en usar vidrios en altas naves industriales; en unos --- años, la transmitancia de luz es menor del 10% en los no muchos vidrios que no están rotos; muchas veces i hasta los pintan i con barníz normal.

C.- ACCESIBILIDAD

Quizá el principal problema en esta área es la altura.

Quando se presentan muros, se limpian vidrios, se impermeabilizan, se calafatea, etc. es mucho el tiempo de preparación en andamiajes. Desgraciadamente en México, además de escaso, es muy caro el alquiler de equipo mecánico, por ejemplo canastillas sobre grúas telescópicas, que permitan llegar a partes altas sin andamios.

Accesibilidad a primer nivel.- Problemas frecuentes son el deterioro de pavimentos y pisos por mala calidad de diseño ó de construcción de ellos o la falta de previsión sobre el peso máximo de vehículos cargados que van a circular sobre ellos.

La mantenibilidad debe pensarse para permitir que el equipo mecánico semipesado tal como grúas y barredoras lleguen a donde potencialmente se deban usar, aunque esto sea "muy improbable" (?).

Un punto que muchas veces falla es el hacer insuficientes el ancho y altura de puertas. Hace poco, supe de un hotel nuevo en la Cd. de México que tenía dificultades para extraer su basura diaria, ya que los vehículos de limpia no cabían por la puerta.

Este aspecto de los accesos para sacar desechos y basura, meter material de construcción, etc. es muchas veces descuidado y causa serios trastornos en el mantenimiento.

Accesibilidad en el segundo nivel.- Dentro de las dificultades por accesibilidad, es en este nivel en donde se tienen mayores deficiencias en edificios que dan servicio al público, entre ellos, típicamente los hoteles. Este tipo de edificios debe tener una red de "ganteductos" ó "pasos de gato" tal, que teóricamente, el personal de mantenimiento pueda desplazarse a cualquier punto del edificio donde haya instalaciones, sin ser visto -- por los clientes. No puede pedirse que estos ductos y pasos de ronda --- sean amplios, pero si deben permitir el paso de operarios y el acciona--- miento de sus herramientas.

Otro detalle que debe cuidarse, es no tener en el edificio, recovecos ó -- claros por donde no quepa una persona y una barredora. Claros menores de 20 cm deben taparse.

Accesibilidad a tercer y cuarto nivel.- Ya se mencionó en el capítulo de -- instalaciones, que se debe diseñar con espacio necesario, no nada más para

que quepan las herramientas, si no para que puedan ser manipuladas. Por ejemplo no hay mantenibilidad posible a tubería cuando no se puede girar una llave perica.

Tanto en este nivel como en el anterior, los arquitectos malentienden el ahorro de espacio, ya que no hay tal, si no que se están sembrando problemas futuros.

D.- EQUIPO Y MATERIALES DE MANTENIMIENTO

El diseñador debe buscar que los cuerpos del edificio, principalmente en sus acabados sean mantenibles con fluidos y prácticas comunes.

Debe suponer que los muros, pisos, etc. van a ser lavados con agua y jabón ó detergente, al igual que los vidrios; que los pisos van a ser pulidos ó resregados con barredoras comunes; que no van a comprar sustancias especiales para limpiar zoclos de hule ó aluminio, ó azulejos, etc.

Tampoco se debe pensar que las personas ó compañías que limpian vidrios van a construir andamios ó tramoyas para lavar vidrieras especiales. Hace poco me comentaban el altísimo precio que tiene el hacer este trabajo en algunos edificios de pisos en forma de rebanadas de pan de caja girados excéntricos.

E.- INCOMODIDADES DEL PERSONAL

(36)

Una idea que hay que considerar, es que los operarios de mantenimiento ni todos son jóvenes, ni mucho menos todos son cirqueros; además que cuando van a dar algún servicio llevan equipo y herramientas muchas veces bromosas. Cuando el diseñador piense en cómo va darle mantenimiento a una parte del edificio, debe pensar en si podría hacerlo enfundado en una armadura del siglo XV y con un delicado jarrón chino en una mano.

F.- COMPORTAMIENTO DEL ELEMENTO A MANTENER

En este caso, el comportamiento es básicamente una función del material de que está hecho ó recubierto el elemento a ser mantenido.

Por las razones que ya hemos expuesto, entre ellas, la falta de ética ó corrupción, es común que se compren e instalen materiales baratos (antieconómicos), que muy pronto se deterioran y hacen que se requiera mucho esfuerzo para que no se caigan a pedazos.

EJEMPLOS:

A continuación damos algunos consejos sólo a manera de ejemplo, ya que este sólo tema podría abarcar varios libros de arquitectura.

Pisos.- Los materiales deben ser de una resistencia a la abrasión exponencial con el tráfico esperado, deben ser fácilmente lavables, pulibles y -

encerables sin que pierdan su atractivo. Hasta donde sea posible no usar madera.

Pocos materiales son tan discutidos como las alfombras. Sé que muchos de coradores insisten en su uso, pero casi siempre tendremos que con imaginación se pueden tener pisos mucho más mantenibles ya que las alfombras son difícilmente limpiables y desmanchables; son criaderos de bicfos; se deterioran fácilmente; son peligrosas por favorecer incendios; retienen malos olores, etc., etc., etc.

Muros.- No usar materiales "atrapapolvo". Hasta donde sea posible, prescindir de telas, gobelinos. Otro material de difícil mantenimiento es el papel tapiz.

Los mejores acabados son los naturales. En este aspecto la arquitectura moderna ha dado grandes muestras de lo atractivo que puede ser el concreto, ya que se le pueden dar varias decenas de texturas.

Pintura.- Lo recomendable es reducir al mínimo lo que se tenga que pintar, cualquier elemento en el que se invierte dinero para no tener que pintarlo, muy pronto queda pagado por las ventajas de todo tipo, que se tienen por ello, entre ellos: ahorro de dinero y mano de obra; dismunición de molestias, y discontinuidad de servicio; conservación de la buena apariencia, etc.

En el caso que se tenga que pintar, la pintura debe ser de alta calidad en su composición y sobretodo en su aplicación, ya que cualquier precio so--

bre una de baja calidad se compensa con mucho por ahorro de mano de obra, molestias, mala apariencia, etc. por necesidad de repintados. Dentro de las cualidades de una pintura, en su mantenibilidad, recomiendo: que sea lavable con agua y jabón, que su color no cambie mucho con la exposición prevista, que sea de color "disimulador" de polvo ó manchas probables, que su color sea estándar y fácilmente igualable, que sea resistente a todos los agentes que se prevea van a atacarla.

Además de los materiales, hay otros elementos, por ejemplo de diseño que deben ser considerados por su paupérrima mantenibilidad; como por ejemplo el tener esquinas con nítidas aristas en columnas a alturas humanas, si no se protegen con ángulos metálicos, siempre estarán despostilladas.

H.- INFORMATICA

Al igual que en las instalaciones, uno de los problemas más frecuentes es la falta de planos, memoria de cálculo y memorias descriptivas. Solamente con esta información, es posible que el ingeniero en mantenimiento pueda valorar por ejemplo la gravedad de grietas, la posibilidad de abrir vanos, -- etc. como detalle cabe recordar que el ingeniero estructurista no considera dentro de sus factores actos tales como perforar columnas y dalas, cortar varillas de armado, barrenar perfiles estructurales, etc.

G.- CONDICIONES ESPECIALES

Son muchas las condiciones que se deben considerar para tener una alta calidad de mantenibilidad y son precisamente estas condiciones las que -

no se encuentran en los libros de texto, ya que son genéricos de cada caso, y solo la experiencia y el sentido común y ese otro "sentido de previ-
sión" nos podrán auxiliar.

Como ya se dijo, el principal grupo de condiciones que afectan el diseño de la mantenibilidad está relacionado con la necesidad, por cualquier razón de continuidad en el servicio. (operación, estética, etc.).

Otras condiciones son propias del uso del edificio; por ejemplo, es impor-
tante en un hotel de lujo el que no se lleven a cabo operaciones de mante-
nimiento que causen molestias ó inclusive que sean vistas como inoportu-
nas por el huésped. Sin embargo, hay otras operaciones de mantenimiento que no nada más no se ven mal, si no que deben propiciarse el hacerlas evi-
denes al huésped por razones psicológicas, tales como el podar el jardín.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES

La calidad de un producto ó inmueble depende de sus cualidades constitutivas mismas que se atienden a fases y enfoques de diferente índole. La mantenibilidad es -- parte constitutiva de la calidad de un producto y debe ser objeto de esmerado estudio desde las instancias de planeación y diseño; sobretodo por que los beneficios ó defectos al respecto van a ser vividos (aplaudidos ó maldecidos) a todo lo largo de la vida del producto.

Se propone una metodología para poder atender a todos los aspectos de la mantenibilidad de los equipos, instalaciones y elementos de un inmueble.

Es necesario discutir con los arquitectos, ingenieros y diseñadores desde el anteproyecto mismo para convencerlos de las necesidades y de la rentabilidad de -- de los esfuerzos que se hagan en la mantenibilidad.

Una adecuada forma de entender la mantenibilidad es la empatía ó sea el ubicarse en el papel de los técnicos mantenistas, desde que se inicia la operación hasta transcurridos 2 ó 30 años; una recomendación al respecto sería, el visitar junto con personal de mantenimiento, instalaciones con varios años de operación y "escucharlos".

Hay que cuidar no caer en "modas" comerciales que dificultan inútilmente el mantenimiento.

Tanto por ética, como por economía, se tiene que luchar por todos los medios a nuestro alcance para que las cosas no se hagan con el inmediato afán de lucro, - si no para que sirvan adecuadamente al usuario, en las mejores condiciones y por el máximo tiempo posible.

La crisis actual del país nos ofrece una magnífica oportunidad de cambiar la forma de hacer las cosas y superar las serias deficiencias de nuestro Sistema actual.



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

BIBLIOGRAFIA DE MANTENIMIENTO

AGOSTO, 1983

BIBLIOGRAFIA DE MANTENIMIENTO
ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

TITULO	AUTOR	EDITORIAL	REC.
1) INFORMACIONES TECNICAS PARA LA CONSTRUCCIONES		(ITC. EDICION ANUAL)	B
2) SOLAR HEATING AND COOLING		SUNSET BOOK,LANE - PUBLISHING, CO.	C
3) REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL D.F.	D.D.F.	IMPULSORA EDITORIAL	A
4) CODIGO SANITARIO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS		EDICIONES ANDRADE	A
5) CATALOGO PARA CONSTRUCCIONES	AHMSA	AHMSA INGENIERIA S.A.	A
6) CONSTRUCCIONES DE ACERO	AHMSA	AHMSA INGENIERIA S.A.	A
7) GUIAS PARA EL DESARROLLO CONSTRUCTIVO DE PROYECTOS ARQUITETONICOS	ALVARO SANCHEZ	TRILLAS, Oct. 81	B
8) COMO FUNCIONA UN EDIFICIO PRINCIPIOS FUNDAMENTALES	EDWARD ALLEN	G. G. 1982 BARCELONA	B



BIBLIOGRAFIA DE MANTENIMIENTO

MECANICO Y GENERAL,

TITULO	AUTOR	EDITORIAL	REC.
1) MANUAL DE INGENIERIA DE HOSPITALES	AMERICAN HOSPITAL ASSOCIATION	LIMUSA	B
2) NATIONAL FIRE CODES (16 VOLUMES)		NATIONAL FIRE ASSOCIATION	C
3) APUNTES SOBRE INSTALACIONES ELECTROMECANICAS	JESUS AVILA ESPINOSA	JESUS AVILA ESPINOSA	A
4) MANUAL DEL ING. MECANICO DE MARKS	L. S. MARKS	UTEHA	B
5) MACHINERY'S HAND BOOK	E. OBERG, FD JONES	THE INDUSTRIAL PRESS	B
6) CATALOGO COMERCIAL DE MC MASTER-CARR		MC. MASTER CARR	A
7) CURSO DE MANTENIMIENTO	R. AVILAE/J. AVILA E.	IPESA	A
8) NORMAS DE INGENIERIA DE DISEÑO (10 TOMOS)	I. M. S. S.	I. M. S. S.	A
9) INSTALACIONES EN LOS EDIFICIOS	CHARLES MERRICK GAY	GUSTAVO GIL SA	B
10) LIGHT AND COLOR	CLARENCE RAINWATER	GOLDEN PRESS NEW YORK	B
11) MEMORIAS DE CONGRESOS NACIONALES DE C. DE CALIDAD II AL X, 1974 a 1982.	PONENCIAS (9) DE R. AVILA E.	IMECCA AC	B
12) MEMORIAS DEL IV CONGRESO LATINOAMERICANOS DE CONTROL DE CALIDAD 1980.	PONENCIAS (2) DE R. AVILA E.	INSTITUTO COLOMBIANO DE CONTROL DE CALIDAD	C

BIBLIOGRAFIA DE MANTENIMIENTO ELECTRICO

TITULO	AUTOR	EDITORIAL	REC.
1) NATIONAL ELECTRICAL CODE REFERENCE BOOK	J. D. GARLAND	PRENTICE HALL INC.	A
2) REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS Y NORMAS TECNICAS	SEPAFIN	a) ANDRADE b) DIARIO OFICIAL 22 JUNIO 1981	A
3) CATALOGOS COMERCIALES	CONDUMEX		
4) CATALOGOS COMERCIALES	CONELEC		
5) CATALOGOS COMERCIALES	CROUSE-HINDS		



**BIBLIOGRAFIA DE MANTENIMIENTO
ELECTRICO (ALUMBRADO)**

	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	REC.
1)	NIVELES DE ILUMINACION -	SMI	SMI	A
2)	CATALOGO COMERCIAL DE - ALUMBRADO DE "HOLOPHANE S. A. DE C. V."		1980	B
3)	CATALOGO COMERCIAL DE -- "ALUMBRADO DE FOCOS, S.A."		1982	B
4)	CATALOGO COMERCIAL DE -- "ALUMBRADO PHILIPS"			B
5)	CATALOGO COMERCIAL DE -- CROUSE-HINDS, S. A."			
6)	LIGHTING HANDBOOK	IES	1981	A
7)	CURSO BASICO DE ILUMINA- CION	IES OF. N. A.	SMI SEI 1976	A



BIBLIOGRAFIA DE MANTENIMIENTO
HIDRAULICO Y SANITARIO.



TITULO	AUTOR	EDITORIAL	REC.
1) PLOMERIA 01-02-00	CONSERVACION CENTRO DE CAPACITACION.	I.M.S.S. 1980	B
2) INSTALACIONES HIDRAULICAS - 01-03-00 CASA DE MAQUINAS AIRE ACONDICIONADO		I.M.S.S. 1980	B
3) MANUAL BASICO PARA EL CONTROL DE LOS DESECHOS LIQUIDOS AI-GI-A3	CONSERVACION	I.M.S.S.	B
4) HYDRAULICS INSTITUTE STANDARDS		HYDRAULICS INSTITUTE (U.S.A.)	A
5) WATER AND PIPING PROBLEMS - LARGE AND SMALL BUILDINGS	HENRY L. SHULDENER JAMES B. FULLMAN	JOHN WILEY & SONS	B
6) THE COMPLETE HAND BOOK OF PLUMBING	ROBERT E. MORGAN	TAB BOOKS INC.	C
7) PLUMBING, INSTALATION DESIGN	JAMES A. SULLIVAN	RESTON PUBLISHING	B
8) NATIONAL PLUMBING CODE HAND BOOK		VINCENT T. MANAS MC GRAW HILL	A
9) BASIC PLUMBING ILLUSTRATED		SUNSET BOOKS LANE PUBLISHING.	A



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS
(COMPLEMENTO)

Ing. Andrés Chávez Sañudo

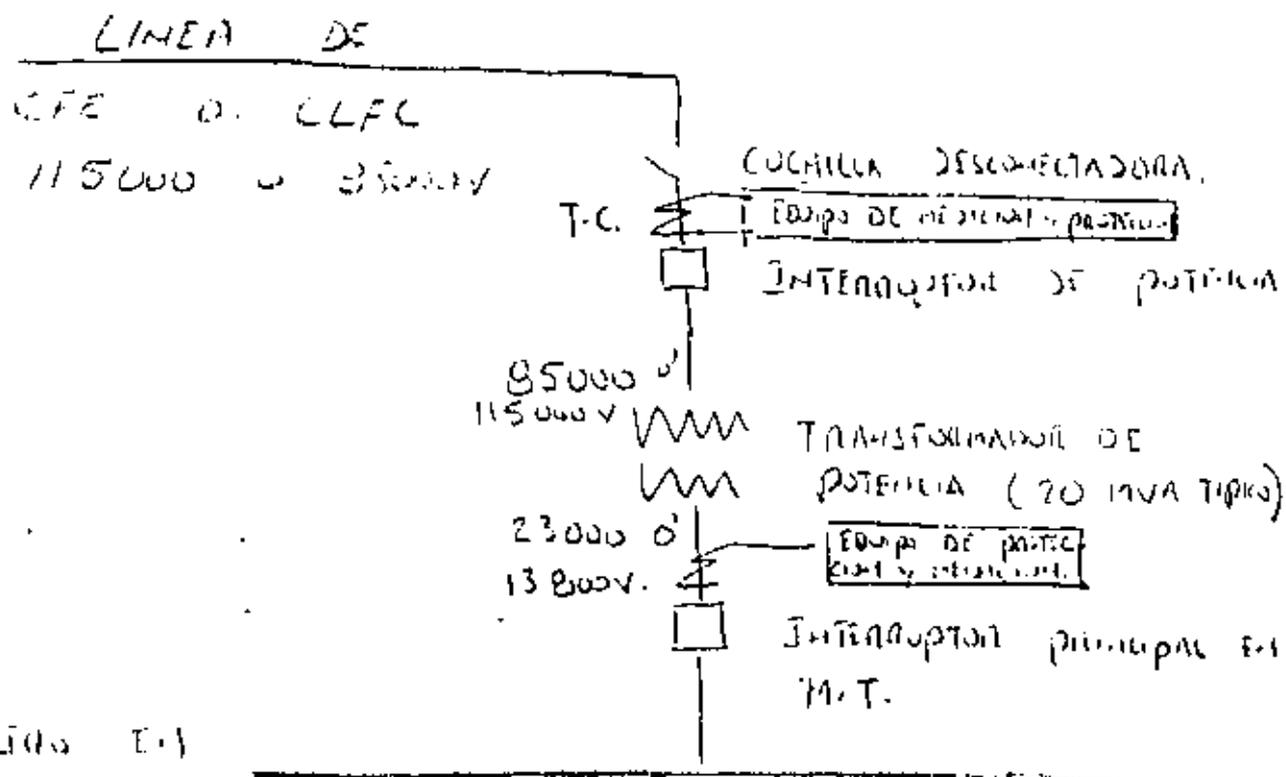
AGOSTO, 1983.

3.-RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPO ELÉCTRICO.

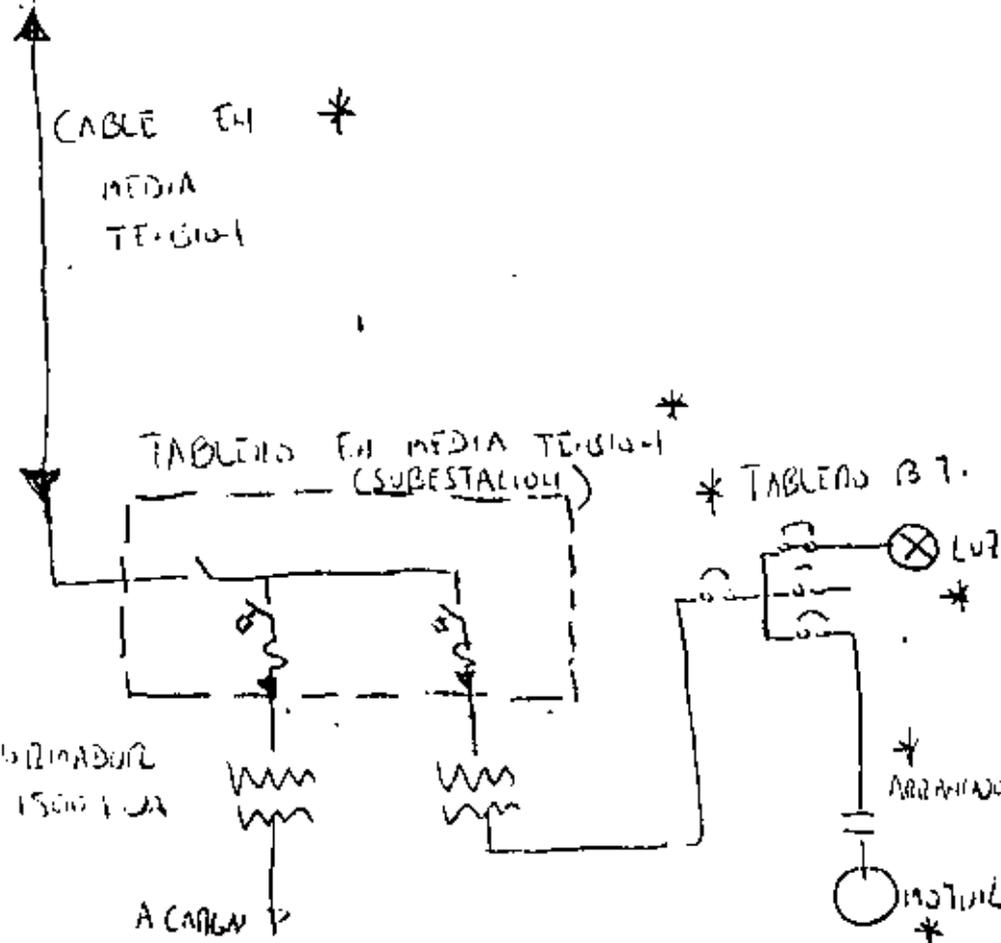
De acuerdo con el diagrama unifilar anexo, una planta industrial puede tener equipo eléctrico desde la Alta Tensión (115000 o 85000 V), en Media Tensión (23000, 13,800 o 4160 V) y Baja Tensión (480 V y 220 V). Dado que más del 90% del número total de plantas industriales tiene equipo en Media- Baja Tensión y que los sistemas eléctricos industriales con 85 o 115 KV son únicamente complejos como para tratarse en un curso tan escaso de tiempo como éste se harán exclusivamente recomendaciones para equipo Mt-BT :

- * Tablero de desconexión en media tensión (llamado comúnmente "SUBESTACION").
- * Transformador MT/BT: hasta 1500 KVA.
- * Tablero B. F.
- * Arrancadores B. F.
- * Motores B. F.
- * Sistemas de Iluminación
- * Cables en M.T. y B.F.

DIAGRAMA UNIFICAR TIPOCO, SIMPLIFICADO DEL SISTEMA
ELECTRICO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL.



TABLEROS EN
 M.T. Interruptores
 DE DISTRIBUCIÓN DE
 POTENCIA.



3.1 RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE UN TABLERO CIPC
 "METAL-ENCLOSED" EN MEDIA TENSION, O "SUBESTACION
 COMPACTA"

Diagrama unifilar tipico:

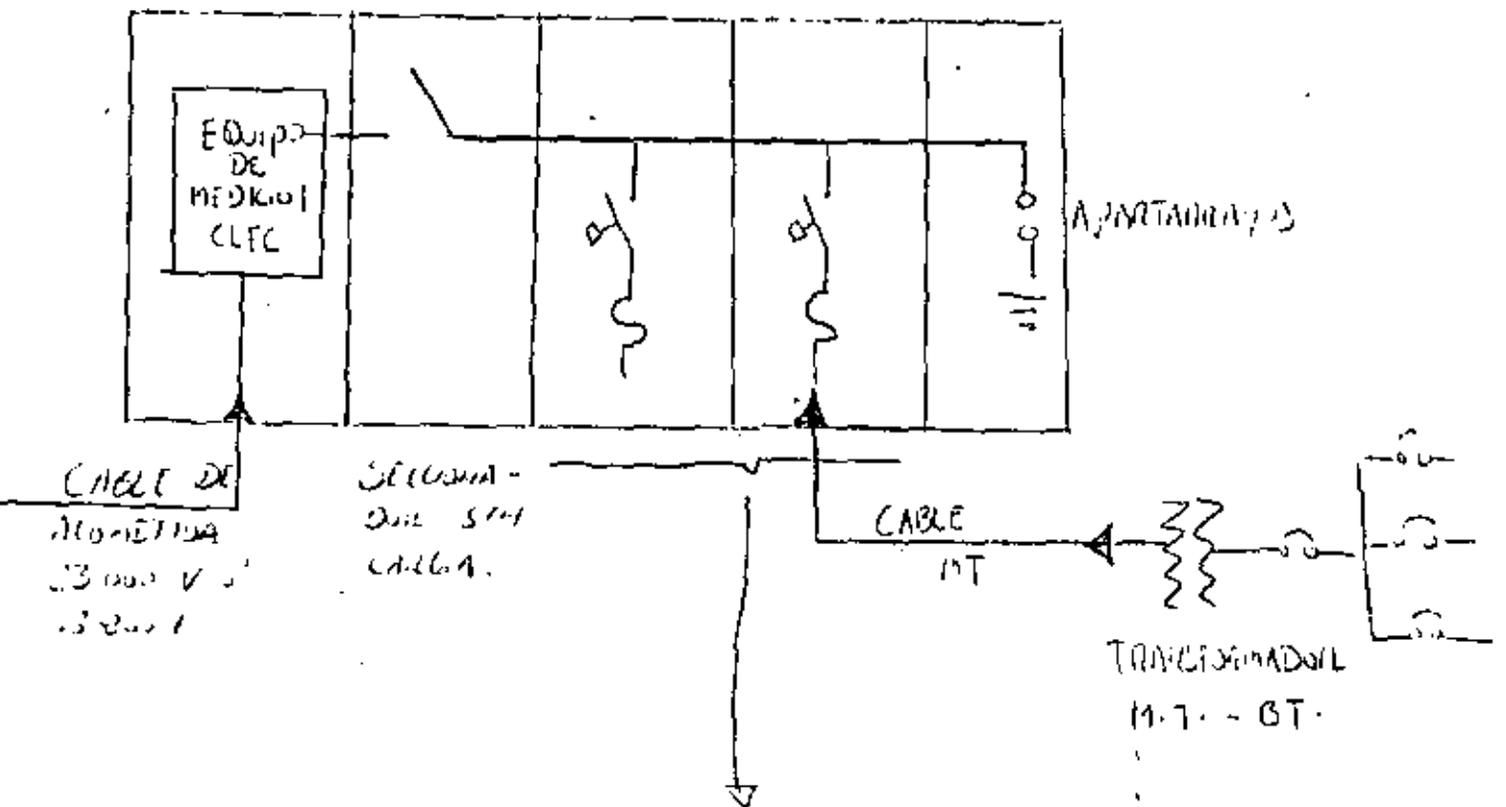


DIAGRAMA UNIFILAR TÍPICO.

SECCIONES DE OPTIMIZACION BAJO CARGA CON FUSIBLES TIPO LIMITADOR DE CORRIENTE, A ESTE SECCIONADO SE LE LLAMA COMPLEMENTO UNIFILAR

Como puede deducirse, una "SUBESTACION COMPACTA" está formada de los siguientes elementos:

- Equipo de medición de CFE o de CL.FC.
- Cuchilla desconectador. de operación SIN CARGA.
- Seccionadores de OPERACION CON CARGA o Interruptores.
- Fusibles tipo limitador de corriente.
- Apertarrayos.
- Aisladores.
- Barras Colectoras.
- Barra de tierra-
- Mecanismo de bloqueo.
- Gabinete soporte y envolvente de lamina de acero.

3.1.1.- RECOMENDACIONES GENERALES.

a) Limpieza.

Este es un aspecto clave en el mantenimiento de una "SUBESTACION COMPACTA" ; Normalmente los gabinetes no están hechos a prueba de polvo o el local de la subestación no se encuentra en un -- cuarto presurizado, medidas que ayudarian enormemente a evitar -- acumulacion de polvos o pelusas, por lo que este problema debe - estar constantemente bajo control.

Existen instalaciones textiles y papeleras, en que cada mes - debe de hacerse una limpieza de la subestacion dada la acumulaci- on de pelusas, situación similar la de las cementeras y las fund+ doras o aquellas plantas en las que se hacen atmosferas contamina das con humos y corrosivos.

Por lo general las recomendaciones de limpieza son para períodos de 3, 6 y 12 meses, dependiendo del ambiente.

Antes de proceder a la limpieza, conviene hacer una inspección minuciosa en el interior del gabinete. Debe observarse si ha habido arcos hacia el gabinete o a través de la superficie de los aisladores o si se observa carbón depositado en alguna parte. Se observará también si ha habido o hay humedad depositada en los aisladores o barras.

A veces la inadecuada colocación del gabinete dentro de la planta lo expone a goteo, el cual se introduce dentro del gabinete y a la larga va a causar una falla segura y corrosión tanto a las partes conductoras como a la soportería de fierro.

Debe observarse también si hay excrementos de ratas o presencia de insectos y proceder a sellar accesos tales como trincheras, ductos y puertas y a utilizar venenos (fuera del gabinete), para control de esas plagas.

La limpieza consistirá, mediante el uso de franela y aspiradora, en mover el polvo o los contaminantes sólidos, minuciosamente.

Luego se procederá a limpiar los aisladores con benzina o algún solvente, con un trapo muy suave, que no suelte poluza. Nunca use agua o soluciones, cáusticas para remover el óxido o depósitos de suciedad sobre el aislador; tampoco use abrasivos o lana y eschillos de acero. Utilize para ello turco, thinner de pintura, alcohol, hasta mover la suciedad de que se trate. Aproveche la limpieza para verificar si se observan fracturas en el aislador.

Estas recomendaciones son aplicables también a los bushings de los transformadores.

b) APRIETE

Debe de verificarse si hay corrosión en las superficies bajo contacto eléctrico y proceder a hacer una limpieza de ello. Debe darse una recorrida de aprietes a las barras colectoras, la barra y las conexiones de tierra, la tornillería del gabinete de lámina, y las conexiones a los cables de entrada y salida. Es casi seguro que se encontrarán conexiones flojas, producidas por vibraciones y cambios de temperatura.

TABLA DE APRIETES (LIBRAS./PIE, + 10%)

TAMANO DEL TORNILLO	"1/4 -20	"5/16 - 13	"3/8-16	"1/2 -13	"5/8-11
ACERO	5 lb-pie	12 lb-pie	20 lb-pie	50 lb-pie	95 lb-pie
ALEACION DE COBRE	4	10	15	40	75
BRONCE-COBRE	3	6	10	25	45
ALUMINIO DE ALTA RESISTENCIA	3	6	12	30	60

Las conexiones de los buses que muestran signos de calentamiento o que tengan un contacto muy pobre y alta resistencia, deben de ser desensamblados, limpiados y volverse a ensamblar.

3.1.2.- Recomendaciones para seccionadores con o sin carga.

Un error frecuente (Si no existe bloqueo para ello) es operar un seccionador sin carga bajo la presencia de corriente. Esto puede causar una falla seria o menor, dependiendo de la magnitud de la corriente. Si la cuchilla no se destruyó y se procedió a meterse en servicio, cuando se haga la inspección debe de tenerse cuidado con este antecedente. Es necesario observar su correcta - -

apertura y cierre (ajustes), si no ha habido sobrecalentamientos, el estado de las superficies de contacto y si no hay flamaos en los aisladores.

Para ambos tipos de seccionadoras conviene verificar ajustes: Checar libertad de movimiento, fricción en partes móviles, bórda de alguna pieza tales como tornillos, chavetas, anillos de retención y si el conjunto completa adecuadamente los ciclos, de apertura y cierre. Uno de los enemigos, mas grandes hacia estos mecanismos es el hecho de que en años el mecanismo no es operado, de tal suerte que cuando se requiera que el seccionador opere por -- falla o por maniobra, puede darse el caso de que esté trabado. Por eso es recomendable operarlo (dentro de lo posible), cada 2 o 3 meses como mínimo y revisar su estado cada vez que se hace limpieza en la subestación. Debido a la inactividad, es posible encontrar resortes sin brío, mecanismo con grasa reseca, que causa que el mecanismo se trabe o se rompa.

Los contactos deben inspeccionarse. y limpiarse minuciosamente, dejándolos libres del óxido y la corrosión.

El enbonamiento de contactos y su porcentaje de contacto puede verificarse mediante el uso de grasa grafitada, depositando una película de ella sobre el contacto móvil o navaja, procediendo luego a cerrar y a abrir el seccionador, observando la remoción de la grasa, 80% o más debe de ser lo que positivamente se observe como superficie de contacto.

Lubrique de acuerdo a los recomendaciones del fabricante; no lubrique en exceso.

Verifique las presiones en los contactos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante; si no cuenta con esta información, se deben de ajustar de manera de que no se sobreesfuerzen las super-

ficies en contacto (desgaste o excesiva fricción) o no llegar mas allá del punto en que los resortes de brío de los contactos se puedan tocar. Una prueba común consiste en usar una lana de 0.005" entre contactos; deberá ser difícil pero no imposible retirarla una vez que se tenga el interruptor cerrado y los contactos enboudos-

El sobreviaje de los contactos y su parada debe ser chocada, se recomienda un sobreviaje de 1/16" a 1/32" .Una vez cerrados los contactos, debe de verificarse que el enganche del aparato y sus dispositivos de bloqueo y seguridad hayan funcionado.

En los contactos de arqueo, en el caso de los interruptores, debe de verificarse que cierren antes que los de corriente durante el CIERRE y que abran después de que abrieron los de corriente en el caso de la APERTURA. 1/16" de diferencia entre contactos es un ajuste frecuente.

Si el seccionador es de operación multipolar todos los contactos de arqueo deben de estar alineados y contactar uniformemente para evitar arqueo eléctrico en un polo que puede brincar a otros polos y causar una falla.

Es necesario verificar el brío de los portafusibles e inspeccionar y limpiar al punto de contacto. Se debe verificar tambien el funcionamiento del mecanismo para abrir el interruptor en el caso en que opere un fusible.

3.1.3.- Apertarreyos.

Deben de limpiarse de la misma manera que los aisladores. Debe de verificarse que no haya fracturas o roturas en el aislador exterior; sus conexiones deben de ser apretadas y si estan oxidadas o corroídas, deben ser limpiadas con lija de agua muy fina. -

Haga prueba de MEGGER, y si se tiene menos de 1000 M Ω de lectura, deben de reemplazarse estos apertarreyes por otros.

3.1.4 Mecanismos de bloqueo y gabinete.

Por lo general los mecanismos de bloqueo consisten en bloquear la apertura de las puertas con seccionadores cerrados, y bloquear la operación del seccionador sin carga cuando está cerrado el interruptor de operación bajo carga. Estas condiciones deben verificarse completamente, checando además aprietes y lubricación.

Al gabinete debe de chequearse aprietes, presencia de corrosión y pintura.

3.1.5.- Pruebas.

Una vez efectuado el mantenimiento se recomiendan las siguientes pruebas.

a) Resistencia de contactos en seccionadores (micro resistencia), mediante DUCFER.

b) Megger a todo el conjunto.

c) Pérdidas dieléctricas a todo el conjunto.

d) Verificación de la red de tierras, de la subestación, mediante el uso del método de 3 puntas para verificar la resistencia de la red de tierras; ésta no deberá ser mayor a 5 ohms.

3.1.6.- Seguridad.

No operar con carga la cuchilla seccionadora, librar mediante el interruptor con carga primero y después seccionar el bus con esa primera cuchilla.

De preferencia ver que el suministrador (CFE o CLFC) también libre en sus cuchillas ésta acometida.

Para operar tenga a la mano guantes de hule para alto voltaje, probados y garantizados; casco de material plástico, tarima de madera y tapete aislante.

Una vez abiertos tanto seccionador sin carga como el interruptor, deje reposar la subestación 15 segundos, tiempo estimado para deionizar el ambiente; proceda a abrir puertas y a demostrar ausencia de potencial con garrocha indicadora.

Enseguida proceda a conectar a tierra las partes conductoras de corriente; a fin de remover efectos capacitivos o de protección en caso de maniobra equivocada.

84

3.2 RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES EN ACEITE HASTA 1500 KVA.

Estas recomendaciones son un conjunto de información de distintas fuentes e integradas en la siguiente forma:

- 1.- Introducción
- 2.- Reporte de Inspección
- 3.- Mantenimiento de transformadores eléctricos (artículo)
- 4.- Guía para el mantenimiento de transformadores en aceite (artículo).
- 5.- PROGNOSTICO DE FALLAS EN TRANSFORMADORES (publicado por IPESA).

MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES.

1.- Introducción

Los transformadores deben ser inspeccionados al menos una vez por año. La inspección comienza por el aceite o líquido-aislante, al cual deberán de hacerse las siguientes pruebas:

<u>PRUEBA</u>	<u>SATISFACTORIO:</u>	:	<u>DEBE SER</u>
RIGIDEZ DIELECTRICA	30 KV.		<u>FILTRADO:</u> (S)
No. DE NEUTRALIZACION (ACIDEZ)	0.03		0.03 a 0.05
FACTOR DE POTENCIA	0.05 %		0.11 a 0.20
% DE HUMEDAD	35 P.P.M.		100 P.P.M.

En los puntos 3 y 4 de este capítulo sobre transformadores se abunda sobre estas pruebas. Si el aceite está en mal estado, -

debe tratarse de recuperarlo mediante un proceso de filtrado y aprovecharse la ocasión para hacerse la inspección interna, sacando los elementos activos fuera del tanque y en la cual es aplicable el reporte de inspección que corresponde al punto 2 de estas recomendaciones.

Si el aceite resulta en buen estado, el transformador no debe abrirse al menos que otros síntomas se presenten: Ruidos anormales, altos o bajos niveles de aceite, ruptura en dispositivos para sobrepresión o incremento de temperatura a cargas normales de operación e entonces el transformador debe ser abierto y se debe realizar una inspección completa de él:

Si los transformadores han estado expuesto a sobrecargas, o cortos en las cargas del lado secundario, puede aplicarse lo recomendado en el punto 5 de esta guía. Estos transformadores deben de ser inspeccionados **INTERNAMENTE CADA AÑO**.

Los cambiadores de derivaciones deben de ser inspeccionados anualmente. Los contactos deben verificarse para ver si no están flameados, corroídos y si están alineados y con libertad de movimiento. Deben de verificarse aprietos en conexiones y presión de contactos. Deben de verificarse sellos y hermeticidad del compartimiento del cambiador, y al aceite deberá de hacerse el mismo tratamiento que el indicado para el transformador. Si el cambiador opera bajo carga, debe inspeccionarse cada 6 meses.

2.- REPORTE DE INSPECCION PARA UN TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION
HASTA 1500 KVA; MT - BT

ORDEN No. _____

FECHA _____

CLIENTE _____

LOCALIZACION _____

MONTAJE: POSTE PEDESTAL BOVEDA

CIRCUITO _____

MARCA _____ TIPO _____ SERIE _____

MONOFASICO TRIFASICO ACEITE PCB

VOLTAJE PRIMARIO _____ VOLTAJE SECUNDARIO _____

IMPEDANCIA _____

CONEXION PRIMARIA _____ CONEXION SECUNDARIA _____

TAPS EN PRIMARIO TAPS EN SECUNDARIO

TAPS COLOCADOS EN _____

REPORTE DE INSPECCION
PARA UN TRANSFORMADOR
DE DISTRIBUCION

ACCESORIOS:

ATENCION: NO SE PERMITE EL TRABAJO EN VIVO; EL TRANSFORMADOR DEBE SER DESENERGIZADO.

PUNTOS MECANICOS A VERIFICAR.

- 1.- Limpieza de conexiones primaria , Secundaria , Tierra
- 2.- Limpieza e Inspección de Boquillas
- 3.- Inspección de Sujeción y Empaques en Boquilla - Tanque
- 4.- Inspección de sellos y empaques en tapa superior y
Cubierta para Introducción de mano
- 5.- Observar fugas de aceite
- 6.- Verificar nivel de aceite
- 7.- Verificar indicador de temperatura
(si lo hay).
- 8.- Obtener muestra de aceite y probarla
- 9.- Inspeccione cambiador de derivaciones y apriete de Taps
Internos y Conexiones a Boquillas
- 10.- Inspeccione si hubo arqueo interno, signos de sobrecalentamiento, carbón o lodos.
- 11.- Inspeccione si hay bobinas flojas, separadores sueltos o laminaciones de nucleo sin apretar.
- 12.- Inspeccione distancias eléctricas, deterioración de aislamiento en bobinas y amarres de cables o bobinas rotos

RECORRE DE INSPECCIÓN
PARA UN TRANSFORMADOR
DE DISTRIBUCIÓN.

- 13.- Verifique fugas por efecto "Sifón" a través de terminales
- 14.- Inspeccione integridad en el formado de cables y mal estado de terminales y zapatas
- 15.- Estado del tanque. Corrosión , Pintura

PRUEBAS DE CAMPO RECOMENDADAS. (Antes y despues de la Inspección).

- 1.- Rigidez dieléctrica, color, acidéz y tensión superficial al aceite, factor de potencia al aceite.
- 2.- Relación de transformación
- 3.- Resistencia de aislamiento (VEGGER)
- 4.- Factor de potencia a los aislamientos.

TRANSFORMADORES

3.— MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES ELECTRICOS

GENERALIDADES

El mantenimiento de cualquier Equipo Industrial es sumamente importante, ya que de ello depende el buen funcionamiento de una Fábrica. El Transformador Eléctrico es un equipo que requiere mucha atención en los períodos de mantenimiento, aún cuando estos no sean frecuentes, ya que en ocasiones, pequeñas fallas no detectadas a tiempo, causan fuertes pérdidas de tiempo y dinero.

Aunque un Transformador Eléctrico no tiene piezas en movimiento como los equipos rotativos, es un equipo que está sujeto a soportar esfuerzos mecánicos en su bobinas y núcleos, derivados de la corriente de excitación, cortos circuitos, descargas atmosféricas o bien por fuertes cambios de carga provocados por el arranque y paro de grandes equipos eléctricos.

Existen dos clases de mantenimiento: Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Correctivo. El primero se encarga de evitar que el equipo falle y el segundo de repararlo cuando ya ha fallado. Para nuestro caso vamos a desarrollar algunos puntos de importancia que debemos tener presentes al elaborar un programa de mantenimiento preventivo para transformadores, tanto de distribución como de potencia.

OBSERVACIONES

Por principio hemos de tomar en cuenta, que como cualquier otro equipo, el transformador ha sido diseñado bajo ciertas normas (ANSI, NEMA, CCONNIE), que especifican el servicio y las condiciones de trabajo a que será sometido, por lo tanto hablaremos del mantenimiento preventivo que debemos de dar a una transformador que trabaje en condiciones normales de carga y temperatura.

Sabemos bien que el transformador genera calor, y que este calor dependiendo de su intensidad, producirá mayor o menor daño en el aislamiento de sus bobinas y en el líquido aislante, volviéndolo espeso y lodoso y por lo tanto disminuyendo la rigidez dieléctrica y su poder refrigerante.

Este calor que se genera directamente por la carga conectada al transformador es el primer punto a cuidar en nuestro equipo, o sea, no operarlo más allá de los límites especificados para su funcionamiento normal. (Limite de temperatura, carga, enfriamiento, etc.). No se quiere decir con esto, que el transformador no sea capaz de soportar sobrecargas eventuales, siempre y cuando sean las que permitan las normas citadas anteriormente, sin producir desde luego un demérito en la vida útil del transformador.

Otro punto importante y que va ligado íntimamente con lo dicho anteriormente, es proveer en todo momento una circulación adecuada de aire en las instalaciones de la subestación donde se encuentra el transformador cuando éste va instalado en el interior de la planta.

Por otro lado, en los transformadores que estén instalados en locales bajo techo cuyas áreas circundantes contengan vapores o atmósferas dañinas, exceso de polvo abrasivo, mezclas explosivas de polvos o gases, es recomendable que el local se mantenga a presión ligeramente mayor que la atmosférica inyectando aire libre de contaminaciones y así impedir que se introduzcan a su interior elementos que perjudiquen el buen funcionamiento del equipo. Esto también es muy importante tenerlo en cuenta para transformadores de tipo seco en donde la limpieza y circulación de aire juega un papel muy importante para la disipación del calor.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Ahora bien, después de estas observaciones que hemos de vigilar de cerca, vamos a establecer un sistema a seguir para efectuar el mantenimiento.

El primer mantenimiento de un transformador se deberá efectuar al año de haber sido instalado y posteriormente cada 6 meses; en caso contrario, un indicador exacto de cuando hacerlo será el estado en que se encuentra el líquido aislante. Para esto, se toma una muestra de aceite y se analiza. No hay que basarse únicamente en la prueba de rigidez dieléctrica pues esto en ocasiones no es muy indicativo de la degradación existente, y cuando el aceite tiene sustancias en solución como carbón o cenizas, que le hacen perder su viscosidad y peso específico adecuados, la prueba de rigidez dieléctrica nada dice.

Las características principales de un buen aceite son las siguientes:

Rigidez dieléctrica	30	KV
Factor de potencia, 60 Hz, 25°C	0.05	%
Núm. de neutralización	0.03	
Contenido de humedad	35	ppm
Viscosidad a 37.8°C	60	ssu
Densidad relativa a 20°C	0.87	
Apariencia	Brillante y clara	

a) Pruebas de Campo

Las pruebas de aceite que se recomiendan en CCONNIE 8.B-1 para el mantenimiento de campo son las siguientes:

RIGIDEZ DIELECTRICA (Sociedad Americana de Pruebas de Materiales ASTM-877). Se coloca una muestra de aceite en una copa patrón (Standard) limpia, de modo que cubra dos electrodos verticales de una pulgada de diámetro y 0.1 pulgadas de separación. Se aplica un voltaje de 60 c.p.s. de CA a través de los electrodos hasta que aparece el arco. Esto se repite cuando menos tres veces en una muestra y se computa el promedio.

NUMERO DE NEUTRALIZACION (ASTM D-1534). La acidez de un líquido aislante de tipo mineral es una medida de la cantidad de oxidación que ha tenido lugar y es por lo tanto, una indicación del deterioro que ha ocurrido. También es una indicación de la tendencia a formar sedimentos. El No. de Neutralización se define como el peso, en miligramos de hidróxido de potasio (KOH), requerido para neutralizar el ácido en un gramo de aceite dieléctrico. Varios juegos o conjuntos diferentes de pruebas se encuentran disponibles para permitir a usted probar el No. de Neutralización simple y exactamente, sin equipo de laboratorio.

COLOR (ASTM D-1524). Otra prueba sencilla de mantenimiento en el campo para evaluar la condición del líquido aislante en servicio es un examen de su color. El aceite nuevo es por lo general muy claro y brillante.

Conforme se va haciendo viejo por el servicio, tiende a oscurecerse, principalmente por la formación de sedimento y otros contaminantes.

Normalmente, las tres pruebas de aceite discutidas hasta aquí, son adecuadas para determinar la condición del líquido aislante, y el uso periódico y regular de ellas establecerá el grado de degradación.

También, si el resultado de cualquiera o de todas, se acerca o excede los límites mostrados en la tabla No. 1 Usted contará con una base firme para programar un mantenimiento preventivo.

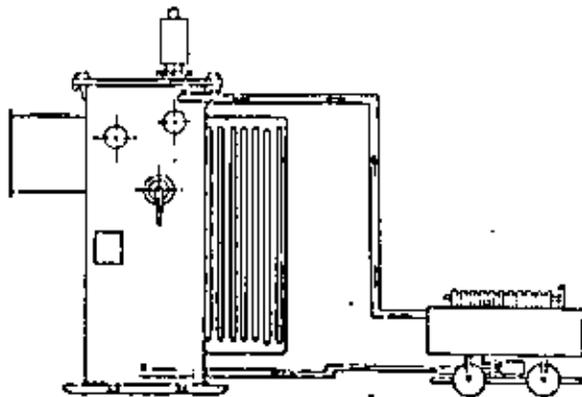
TABLA No. 1

LIMITES DE PRUEBAS PARA ACEITES DE TIPO MINERAL		
PRUEBA	SATISFACTORIO	DEBE SER FILTRADO
Rigidez Dieléctrica	30 KV	Menor de 23 KV
No. de Neutralización	0.03	0.03 a 0.05
Factor de Potencia	0.05 %	0.11 a 0.20
% de Humedad	35 p.p.m.	100 p.p.m.

b) Regeneración del Aceite

El proceso de regeneración de un aceite hay que efectuarlo en varios pasos: Secado, filtrado, desgasificado y calentado. Esto puede hacerse en un moderno equipo de tratamiento de aceites; sin embargo, y esto sucede en la mayoría de los casos, un equipo tan grande y costoso no se posee en la planta y hemos de contentarnos con hacer la regeneración del aceite con un filtro prensa y una bomba de vacío, que resultan suficientes para aceites que no tengan excesiva degradación.

En la siguiente figura, se muestra la conexión filtro prensa, al transformador que se va a filtrar.



La carga de papel filtro que se va a utilizar en el filtro prensa, deberá ser previamente secada en un horno a temperatura de 105°C, durante 8 horas, para eliminar la humedad del papel y asegurar un secado efectivo del aceite. El proceso de filtrado se prolongará hasta en tanto una muestra de aceite analizada reporte características confiables del aceite.

c) Reposición del Aceite

Cuando se trate de aceites ya degradados (como resultado de excesivos calentamientos, oxidación), será necesario que se cambie la totalidad de líquido aislante por aceite nuevo.

El proceso a seguir será el siguiente.

I. Se sacará el aceite dañado por la válvula de drenaje del tanque y se inyectará al mismo tiempo por la tapa, nitrógeno puro y extra seco, para mantener a los aislamientos y a la parte activa del transformador en una atmósfera seca, cuidando desde luego que la presión dentro del tanque no exceda los límites de diseño. Una vez extraído el total de aceite se hace vacío al tanque con una bomba para extraer el nitrógeno y proceder en seguida a reponer el líquido aislante con aceite nuevo que ha sido secado, filtrado y desgasificado anteriormente.

El vacío realizado al tanque no excederá del límite que soporte y se mantendrá así 8 horas antes de inyectar el aceite.

El vacío es con el objeto de extraer el máximo los gases ocluidos en los aislamientos del conjunto núcleo bobinas, e impregnado de acuerdo a las condiciones proporcionadas en fábrica.

II. Una vez que se ha filtrado o cambiado el aceite según el caso, deberán de limpiarse las terminales de alta y baja tensión, con una franela ligeramente húmeda de thinner o toluol para remover de los aisladores, grasa,

povo, pintura, etc., que se haya depositado en las campanas, proveiendo así un camino natural para la falla del aislador por fuga.

III. Cerciorarse que el tanque ha quedado herméticamente cerrado, apretando todas las tapas, juntas, válvulas y boquillas del tanque, pues si existe una fuga de aceite, bajara el nivel de éste dentro del tanque y pondrá al descubierto puntas energizadas que fallarán inevitablemente a tierra. O si por el contrario la fuga es en la cámara de aire, cuando esté trabajando se expandirá y contraerá el aceite debido a los cambios de temperatura, ocasionando que el transformador "respire", dando oportunidad a que el aire humedo de la atmósfera penetre en el tanque humedeciendo y oxidando el aceite.

IV. Cuando se trate de transformadores con tanque conservador, es necesario cambiar periódicamente el desecador o silica-gel. Después de un proceso de filtrado o reposición de aceite será necesario antes de poner en servicio el transformador, purgar el aire del relevador Bucholz.

d) Pruebas Complementarias

Por otro lado, a fin de complementar las pruebas que se realizan al aceite es necesario llevar a cabo un programa de pruebas eléctricas que exploren las propiedades dieléctricas del sistema total de los aislamientos.

Estas pruebas son las siguientes:

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO: La Resistencia de Aislamiento es una medición de la corriente de fuga expresada en megaohms. Se colocan en corto circuito las terminales de alta tensión, unidas por un alambre desnudo sin barniz. Igual operación se hace con las terminales de baja tensión y después se aplica un voltaje de 500 o 1,000 Volts de CD entre los dos devanados como sigue:

- Alta Tensión vs. Baja Tensión a Tierra
- Baja Tensión vs. Alta Tensión a Tierra

Los valores de resistencia de Aislamiento variarán considerablemente en los diferentes tamaños, capacidades y tipos de transformador; de manera que la lectura registrada debe ser comparada

con lecturas anteriores tomadas al mismo devanado, o con lecturas tomadas a unidades idénticas. La resistencia de aislamiento variará inversamente con los cambios de temperatura, de modo que cuando se comparen las lecturas, esto debe ser tomado en consideración.

El mayor beneficio aportado por esta prueba se deriva de la representación gráfica de los cambios de la Resistencia de Aislamiento con el tiempo y la anotación del avance de la degradación.

INDICE DE POLARIZACION: Por lo general, después de registrar la lectura de un minuto de Resistencia de Aislamiento, la prueba se continúa por total de diez minutos. La relación de la Resistencia de Aislamiento de diez minutos a la de la lectura de un minuto se le denomina índice de polarización. Un buen sistema de aislamiento en un líquido dieléctrico limpio por lo general mostrará un índice de polarización de 2.0 o más. Una lectura de menos de 2.0 puede indicar la presencia de humedad excesiva o contaminación conductiva del aceite, del aislamiento sólido o de ambos.

FACTOR DE POTENCIA: La mayoría de los fabricantes recomiendan el uso del factor de potencia como una indicación de la calidad del aislamiento, en que también indicará cuando la humedad, los sedimentos, u otros contaminantes conductivos están alcanzando límites peligrosos. El factor de potencia es otra herramienta útil para darse cuenta del deterioro del aislamiento a medida que progresa el envejecimiento.

El método consiste en leer el factor de potencia directamente con un puente de capacitancia o con un puente de factor de potencia.

La medición es normalmente hecha entre los devanados primario y secundario.

Generalmente, esperamos que los transformadores llenos con aceite tengan un factor de potencia de 2 por ciento o menos a 20°C.

Ocasionalmente, los grandes transformadores con equipo de cambiador de derivaciones bajo carga pueden presentar valores ligeramente más altos pero las cifras que excedan demasiado de 2 por ciento deberán investigarse.

TRANSFORMADORES

4-

GUIA PARA EL MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES EN ACEITE

INTRODUCCION

El transformador es el equipo eléctrico con el cual el usuario comete mayores abusos, lo trabaja a sobrecargas continuas, lo protege inadecuadamente y si le proporciona mantenimiento, éste por lo general es pobre.

Por supuesto que estos abusos se cometen a título de que el transformador es un aparato estático y que construído correctamente, sus posibilidades de falla son nulas. Sin embargo, tales abusos se reflejan en una disminución considerable de la vida útil del aparato.

En esta información, revisaremos los tipos de fallas más comunes, su manifestación general y la secuencia de operaciones que permiten al hombre de mantenimiento, el evitar o detectar las fallas.

TIPOS DE FALLAS

Las fallas en el transformador, pueden ser clasificadas como:

- a) Fallas en el aceite aislante
- b) Fallas en el equipo auxiliar
- c) Fallas en el devanado

Fallas en el aceite.—El aceite aislante se deteriora por la acción de la humedad y del oxígeno, por la presencia de catalizadores (cobre) y por temperatura.

La combinación de estos elementos, efectúan una acción química en el aceite, la cual da como resultado, entre otros, la generación de ácidos que atacan intensamente a los aislamientos y las partes mecánicas del transformador. De esta acción química, resultan los lodos que se precipitan en el transformador y que impiden la correcta disipación del calor, acelerando por lo tanto, el envejecimiento de los aislamientos y su destrucción.

La humedad presente en el aceite, se puede originar, por el aire que inhala el transformador durante su proceso de trabajo, por fallas en sus juntas y por fugas en general. También se genera por descomposición propia del aceite y de los aislamientos.

El contenido de agua en un aceite, se define en partes por millón.
1000 partes por millón (ppm) = 1 % de humedad.

Se dice que un aceite está en equilibrio, cuando su contenido de humedad es igual a 40 ppm. Bajo esta condición, ni el aceite cede su humedad a los aislamientos, ni éstos la

ceden al aceite.

Al romperse la condición de equilibrio, es decir, aumentarse el valor de contenido de humedad en el aceite, se obtienen los siguientes resultados.

- 1) El aceite cede su humedad a los aislamientos, lo cual dá por resultado que se incremente su valor de factor de potencia y sus pérdidas, lo que se traduce en envejecimiento y destrucción.
- 2) El incremento de humedad del aceite, dá por resultado, una disminución en su valor de voltaje de ruptura ó rigidez dieléctrica. Con valores de contenido de agua de 60 ppm, el valor de rigidez dieléctrica se disminuye en un 13 0/o.

El aceite se satura, cuando su contenido de humedad es de 100 ppm (0.1 0/o) Bajo esta situación, cualquier adición en humedad será absorbida por los materiales fibrosos del transformador, como son: cartones, papeles aislantes y maderas.

De lo antes expuesto, concluimos que en la inspección de un aceite aislante, se debe analizar cuando menos lo siguiente:

- Rigidez Dieléctrica
- Acidez
- Factor de Potencia
- Presencia de lodos

Un aceite muy contaminado es aquel que presenta los siguientes valores:

- Rigidez Dieléctrica menor o igual a 23 KV.
- Acidez igual o mayor que 0.05 mg. de Hidróxido de Potasio (KOH) por gramo de aceite.
- Factor de Potencia a 25°C y 60Hz igual o mayor que 0.1 0/o.
- Presencia de lodos reportada.

Bajo tal condición de contaminación, es recomendable sustituir el aceite, para lo cual se debe disponer lo siguiente:

- a) Sacar la parte viva
- b) Desechar el aceite
- c) Limpiar el tanque, en su interior
- d) Limpiar la parte viva y secarla
- e) Sellar y llenar a vacío, con aceite nuevo.

Fallas en el equipo auxiliar.—Se debe tener la certeza que el equipo auxiliar de protección y medición funcione correctamente. Debe repasarse la tornillería.

Los aisladores o bushings deben estar limpios y al menor signo de deterioro, deben reponerse.

El tanque debe estar limpio, sus juntas no deben presentar signos de envejecimiento y se debe corregir de inmediato cualquier fuga. A este particular, conviene hacer notar que en el caso de fuga y debido a que en el interior del tanque se tiende hacia una presión negativa, la humedad y el aire serán atraídos al interior del transformador. Se debe revisar que no existan rastros de carbón en el interior del tanque y que tampoco presente

señales de "abombamiento". Si notamos la existencia de algunos de estos fenómenos, debemos desconectar el transformador y tratar de determinar las causas que lo hayan generado.

Fallas en los devanados.—Este tipo de fallas pueden ser ocasionadas por:

- Falsos contactos.
- Corto circuito externo.
- Corto circuito entre espiras.
- Sobretensiones por descargas atmosféricas.
- Sobretensiones por transitorios.
- Sobrecargas.

Falsos contactos.—De no detectarse a tiempo, este tipo de falla deteriora el aislamiento y contamina el aceite produciendo gasificación, carbono y "abombamiento" del transformador.

Esta falla se manifiesta en forma de: presencia de carbono en las terminales, terminales carcomidas, o coloración intensa en aislamientos y conductor.

Como los falsos contactos se originan por terminales sueltas, es recomendable apretar periódicamente las terminales externas e internas del transformador.

Corto circuito externo.—Esta falla, como su nombre lo indica, es producida por un corto externo al transformador. El daño que produzca al transformador dependerá de su intensidad y del tiempo de duración.

La alta corriente que circula durante el corto, se traduce en esfuerzos mecánicos que distorsionan los devanados y hasta los ponen fuera de su lugar. Si el corto es intenso y prolongado, su efecto se reflejará en una degradación del aceite, sobrepresión arqueos y "abombamiento" del tanque.

Después de una falla de este tipo y antes de poner en servicio el transformador, se debe tener la certeza de que se ha eliminado el corto y revisar exhaustivamente el transformador para determinar si está o no dañado.

Corto circuito entre espiras.—Este tipo de fallas, son el resultado de aislamientos que pierden sus características por exceso de humedad, sobrecalentamientos continuos, exceso de voltaje, etc.

Estas fallas tardan tiempo en poner fuera de servicio al transformador y se manifiestan por un devanado regular, excepto en el punto de falla. Su ionización degrada al aceite y debe haber rastros de carbono en el tanque y posiblemente "abombamiento".

Sobretensiones por descargas atmosféricas.—Para prevenir en lo que cabe este tipo de falla, se recomienda el uso de apartarrayos lo más cercano al transformador.

Si la subestación es convencional y de instalación exterior, se disminuye la incidencia de descargas atmosféricas con el uso de hilo de guarda.

En caso de que la sobretensión resultante de la descarga atmosférica, rebase los límites de nivel de impulso del transformador, el devanado sujeto a este esfuerzo fallará.

La manifestación de este tipo de fallas, son bobinas deterioradas en la parte más cercana a la boquilla, o sea, al principio de la bobina.

Como el tiempo de duración de la falla es mucho muy corto, no se produce deterioro en el aceite, ni gasificación del mismo y por lo tanto, generalmente no se observan fallas o "abombamiento" en el tanque.

Sobretensiones por transitorios.—Este tipo de sobretensiones son producidas por falsas operaciones de switcheo, por puesta de servicio y desconexión de bancos capacitores, etc. Los sobrevoltajes que se producen, son del orden de hasta dos veces el voltaje de operación, su daño es a largo plazo y se define en algunas ocasiones como un corto circuito entre espiras.

Si ya el aislamiento estaba deteriorado, se manifiesta la falla como por un "disparo de bala expansiva". La ionización generada contamina el aceite, lo gasifica y se observa un "abombamiento" en el tanque.

Sobrecargas.—Si las sobrecargas a que se sujeta el transformador no han sido tomadas en cuenta durante el diseño del aparato, éste se sujetará a un envejecimiento acelerado, que destruirá sus aislamientos y su falla se definirá por un corto circuito entre espiras.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En la operación de mantenimiento, se debe realizar lo siguiente:

- 1) Verificar relación de transformación.
- 2) Verificar resistencia de aislamiento.
- 3) Verificar factor de potencia del aislamiento.
- 4) Verificar resistencia óhmica de los devanados.
- 5) Revisar termómetro.
- 6) Checar nivel de aceite.
- 7) Limpiar tanque y bushings
- 8) Comprobar que no hay fugas.
- 9) Verificar que las juntas sellan bien y están en buen estado.
- 10) Apriete general de tornillería y conexiones.
- 11) Checar que sigue bien ventilado el cuarto en el que se aloja el transformador.
- 12) Comprobar que no hay trazos de carbón, ni desprendimiento de gases o humos.
- 13) Tomar una muestra adecuada de aceite para verificar sus características.

Por supuesto que la labor de mantenimiento preventivo, basada en una periodicidad adecuada y en el análisis de sus resultados, contribuirá a lograr que el transformador tenga una larga vida útil, previniendo fallas en el mismo. Esto último es muy importante, pues el tener un transformador fuera de servicio, se traduce al menos en una paralización parcial de operaciones y por lo tanto en pérdidas de producción.

CONCLUSIONES

Del análisis de fallas en los transformadores, podremos determinar que salvo en el caso de sobretensiones ocasionadas por rayos, todas las demás fallas se pueden prevenir con un buen mantenimiento al transformador, y si la falla está en proceso, un buen registro de mantenimiento y estudio del mismo podrá detectarla a tiempo.

La eficiencia del servicio, dependerá de la periodicidad del mantenimiento. Si bien es reconocido que un mantenimiento preventivo realizado cada seis meses, es bueno para el transformador en aceite, creemos que éste será mejor si disminuimos aún más, el tiempo transcurrido entre cada mantenimiento, y el éxito del mismo, dependerá de si se lleva o no un registro de operaciones y resultados.

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES (S.E. ELECTRICA)

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	CAUSA	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
- Fallas en el aceite.		Humedad, originada por el aire que puede absorber el transformador en su proceso de trabajo, fallas en las juntas y fugas en general, y por la descomposición propia del aceite y los aislamientos el incremento de humedad del aceite da por resultado una disminución en su valor de voltaje de ruptura o rigidez dieléctrica.	Se deberá analizar las características del aceite - periódicamente cuidando que dicho aceite guarde las condiciones siguientes: No. de Neutralización-0.04 Tensión interfacial-36 diners / cm. max. Peso específico a 20°C - 0.844 Índice de Viscosidad - 88 % carbón rambsbottom - 0.084 Rsist.dieléctrica - 26 KV Apariencia-clara y brillante Factor de Potencia - 0.1% Cantidad de Humedad - 35 ppm Un aceite contaminado presenta los sig. valores: Contenido de Humedad - 80ppm Rigidez dieléctrica - 22 KV Antes de cambiar el aceite del transformador deberá limpiar el tanque y se deberá llenar al vacío.
- Falla en el equipo auxiliar.		El equipo auxiliar de protección y medición falla.	Se deberán inspeccionar los equipos de protección y medición constantemente, verificando, el estado, número de operaciones de interrup-

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES (S.E. ELECTRICA)

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	CAUSA	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
			<p>tores y en los instrumentos de medición verificar las condiciones nominales del transformador.</p> <p>Verificar la tornillería de las terminales y conexiones.</p> <p>Verificar el estado de aisladores o bushings.</p> <p>Verificar que el tanque del transformador se encuentre limpio, sin fugas y sin señales de "abombamiento".</p>
<p>- Fallas en los devanados.</p>		<p>FALSOS CONTACTOS.</p> <p>Los falsos contactos deterioran el aislamiento y contaminan el aceite produciendo gasificación, carbono y "abombamiento del tanque del transformador".</p> <p>Esta falla se manifiesta por la presencia de carbono en las terminales o terminales carbonizadas, o se adquiere una coloración intensa en el aislamiento y conductor.</p>	<p>Como los falsos contactos se originan por terminales sueltas es recomendable -- inspeccionar periódicamente las terminales externas e internas del transformador.</p>

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES (S.E. ELECTRICA)

FALLA o DESPERFECTO.	ALARMA o DETECTOR	C A U S A	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
		<p>CORTO CIRCUITO EXTERNO. Esta falla es producida por un corto externo al transformador - dependerá de la intensidad y su tiempo de duración. La corriente que circula durante el corto circuito se traduce - en esfuerzos mecánicos que distorsionan los devanados, e inclusive los mueven de su lugar. Si el corto circuito es intenso y de una larga duración su efecto se reflejará - en una degradación del aceite, sobre presión, arcos y "abombamiento" en el tanque del transformador.</p>	<p>Después de una falla de este tipo y teniendo la certeza que esta se ha eliminado se deberá revisar exhaustivamente el transformador - para determinar si está o no dañado. Se deberán revisar las protecciones del transformador revisando la capacidad que los fusibles o elementos, - correspondan a la capacidad nominal del transformador.</p>
		<p>CORTO CIRCUITO INTERNO. Este tipo de fallas - son el resultado de -</p>	<p>En estas fallas el devanado se deteriora solo en el punto de falla, y se detecta - por la degradación que su-</p>

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES (S.E. ELECTRICA)

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	CAUSA	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
		<p>aislamientos que pierden sus características, por exceso de humedad, sobrecalentamiento continuados, alteraciones en el voltaje, etc.</p>	<p>fre el aceite por la ionización que produce el corto interno, presentándose además depósitos de carbono en el aceite y posibles "abombamientos" del tanque.</p> <p>Esta falla tarda en poner fuera de servicio al transformador, y se deberá detectar en los análisis que se realicen a las maestras del aceite del transformador.</p>
		<p>SOBRE TENSIONES TRANSITORIAS Este tipo de sobretensiones son producidas generalmente por falsas operaciones de switchen, por puesta en servicio o desconexión de bancos de capacitores, y los sobrevoltajes que se presentan pueden ser del doble del voltaje nominal, el daño que se le causa al transformador es a largo</p>	<p>Si el aislamiento de las bobinas del transformador se encuentra resentido o deteriorado, la falla se puede manifestar en forma de "disparo de bala expansiva". La ionización generada contamina el aceite, lo gasifica y puede ocasionar el "abombamiento" en el tanque del transformador.</p> <p>Al presentarse este tipo de fallas, el transformador se debe "poner fuera de servicio", extraer el aceite al</p>

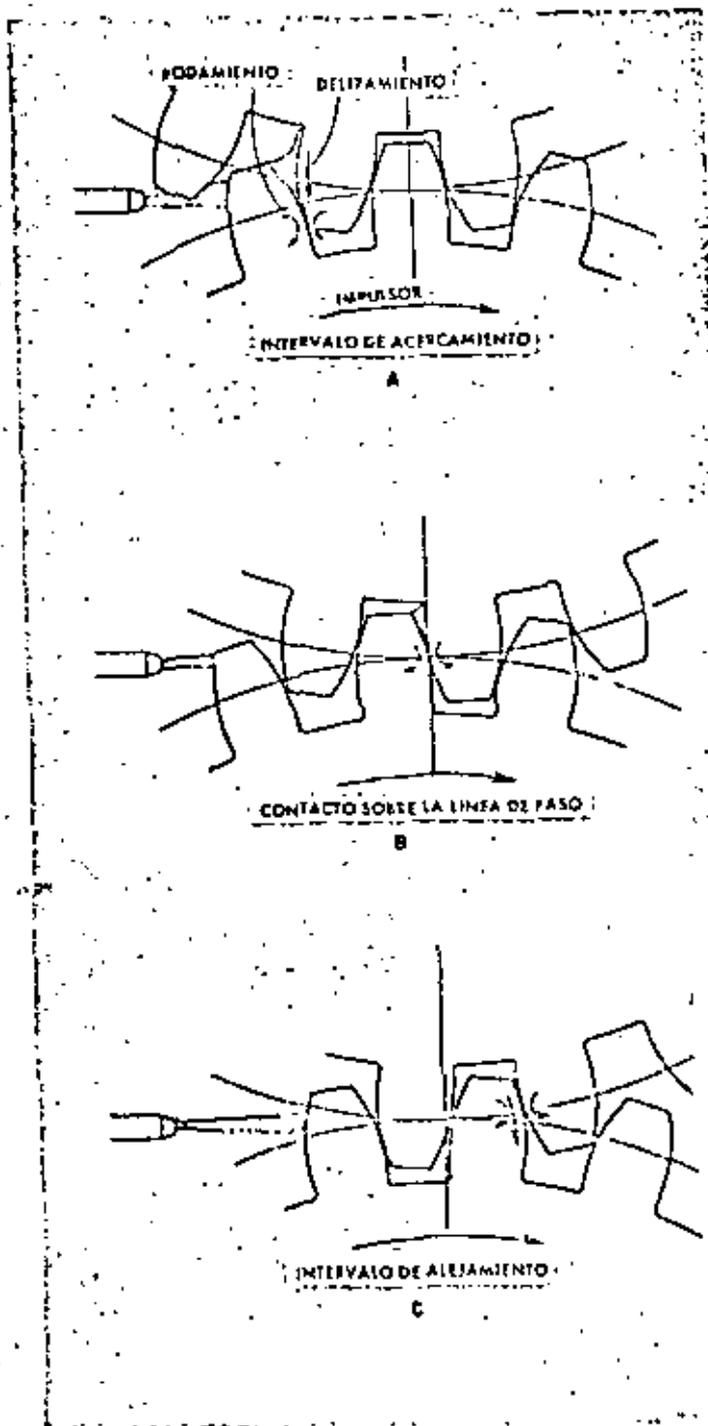
PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES (S.E. ELECTRICA)

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	CAUSA	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
		plazo , ya que se presenta en algunas ocasiones como un corto - circuito interno o entre espiras.	transformador y someterlo a un mantenimiento exhaustivo.
		<p>SOBRECARGAS. Las sobrecargas continuas ocasionan en el transformador un envejecimiento prematuro, que destruye el aislamiento, presentándose principalmente corto - circuito interno con las consecuentes fallas en el aceite mencionadas en la falla por corto circuito externo.</p>	<p>Al igual que la falla por corto circuito interno, se deberá someter a análisis - el aceite del transformador. Se deberá tomar en cuenta la carga conectada o transformador, que no deberá ser mayor que la capacidad nominal del mismo, para evitar la falla por sobrecarga.</p>
		<p>SOBRE TENSIONES POR -- DESCARGAS ATMOSFERICAS. En caso de que los apartarrazos esten deteriorados y la falla pasa al transformador y rebasa el nivel de impulso, el devanado fallará por el esfuerzo de sobrecar</p>	<p>Revisar en forma periódica los apartarrazos y sus conexiones y terminales. Si la falla se presenta en el transformador, se deberá someter a análisis de aceite del mismo así como a las inspecciones y pruebas de aislamiento de los devana--</p>

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES (S.E. ELECTRICA)

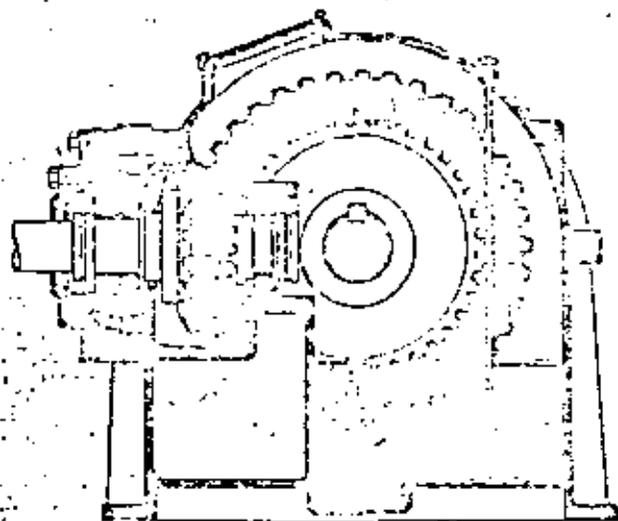
FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	CAUSA	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
		ga a que fué sometido. La falla se manifiesta por las bobinas deterioradas cercanas a los herrajes del transformador.	dos, boquillas, etc.
			En forma general, las pruebas básicas a realizar en un transformador en el mantenimiento son las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> - Relación de transformación - Resistencia al aislamiento - Factor de potencia del aislamiento. - Resistencia obnca de los devanados. - Verificación del estado de tanque, juntas, sellos, etc. - Limpieza general de tanque conexiones, bushing, etc. - Apriete de conexiones. - Verificación de nivel de aceite. - Verificar si no hay depósitos de carbón y desprendimiento de gases o humos en terminales.

PELICULA LUBRICANTE

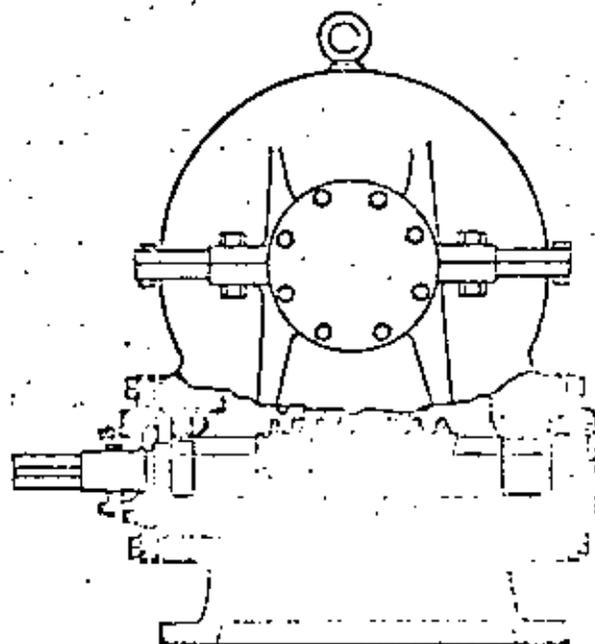


Formación de la cuña de aceite.

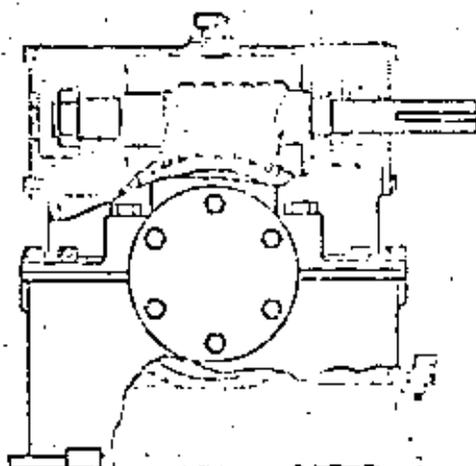
Lubricación de Engranajes Encerrados



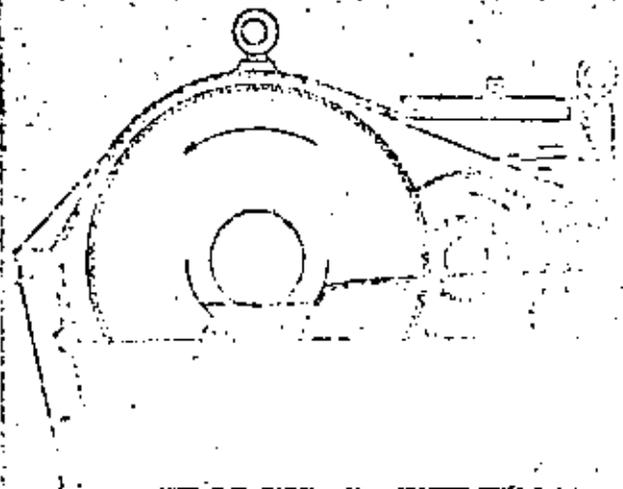
Engrane lubricado por salpique. Los cojinetes de este juego de engranes cónicos se lubrican por el salpique directo de los engranes.



Sinfín con impulsión superior y corona lubricados por salpique. El eje sinfín está montado sobre rodamientos, y se encuentra parcialmente sumergido en aceite, requiriéndose un prensaestopas a prueba de fugas, por donde el eje penetra a la caja. Los cojinetes del eje de la corona se lubrican con el aceite que ésta arrastra.



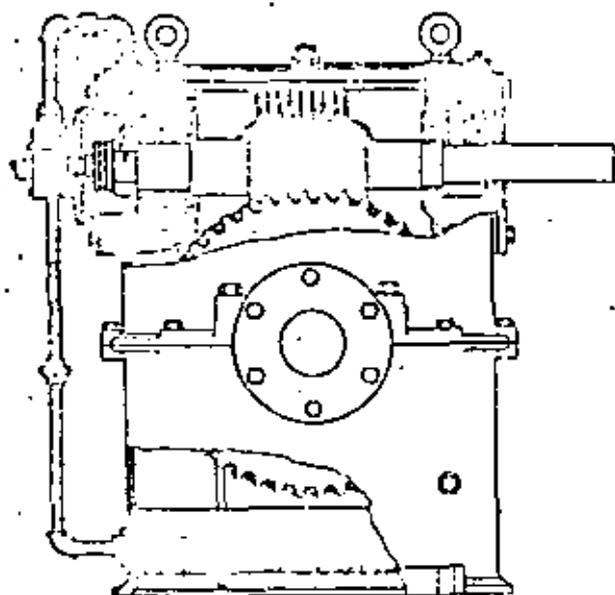
Sinfín con impulsión superior y corona lubricados por salpique. El eje del sinfín está montado sobre rodamientos que soportan la carga tanto radial como axial. Puesto que el sinfín está colocado bastante arriba del baño de aceite, haciéndose innecesario un dispositivo corrector en



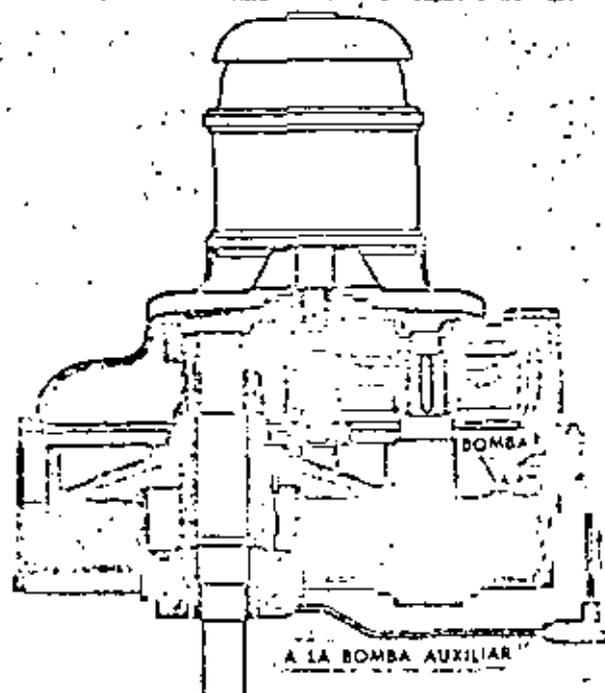
CAMARA DE SEDIMENTACION

Engrane lubricado por salpique. En esta unidad de doble reducción, el aceite que salpican los engranes cae en un conducto fijo sobre la caja y de ahí pasa a los cojinetes.

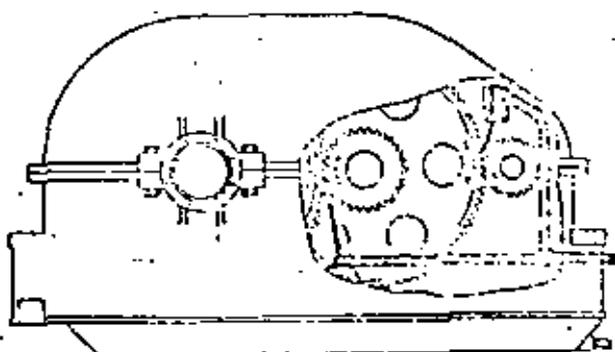
Lubricación de Engranajes Encerrados



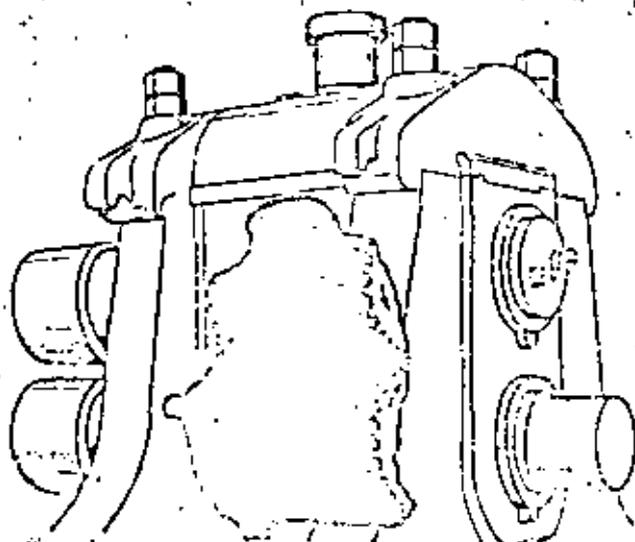
Reductor de sinfín y corona. A bajas velocidades de operación una corona lubricada a baño podría no llevar suficiente aceite hasta el punto de engranaje. Por lo tanto, los cojinetes y los dientes de este juego de engranes con impulsión superior, se lubrican por medio de un sistema propio de circulación de aceite.



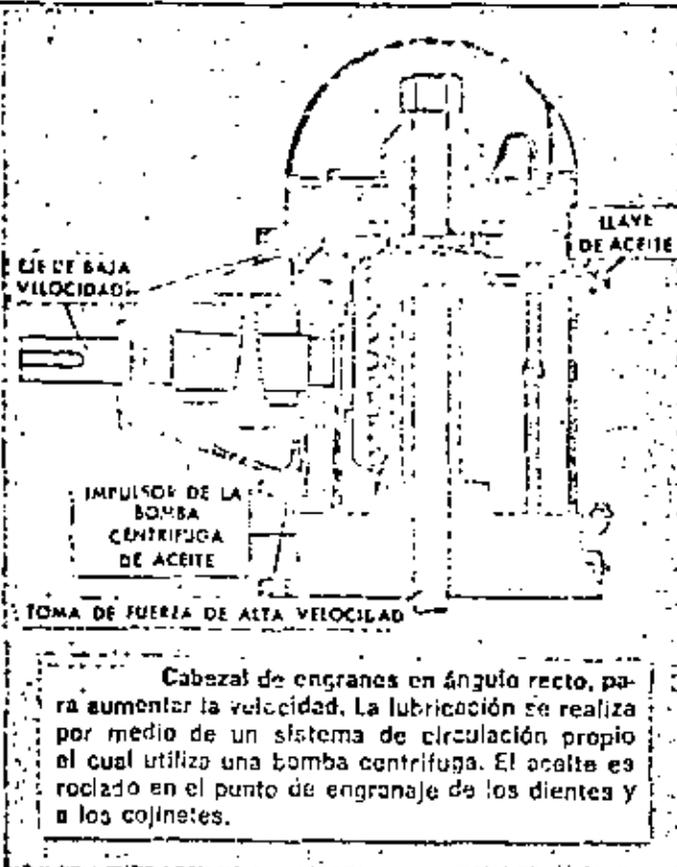
Juego de engranes verticales de doble reducción. Esta unidad se lubrica por medio de una bomba alternativa acoplada al engranaje. El aceite es bombeado a la parte superior de la caja, de donde fluye por gravedad a todas las superficies de rozamiento.



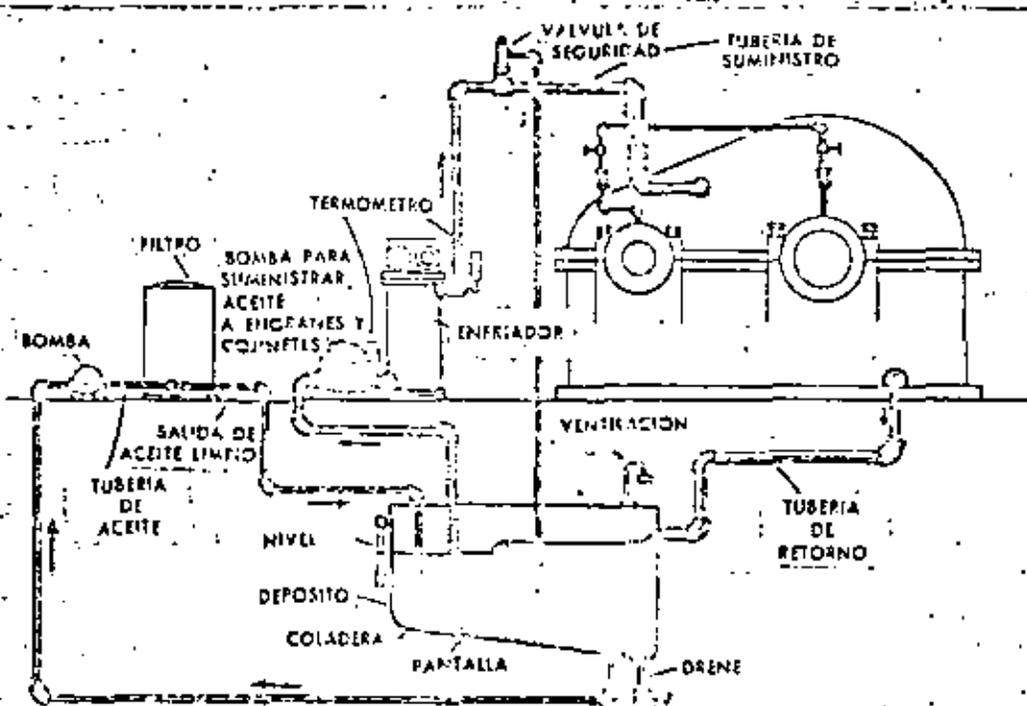
Sistema Combinado. El aceite es rociado directamente en el diente en el momento de engranar, y los cojinetes se lubrican por gravedad.



Conjunto de Piñones. Los engranes de este juego son del mismo tamaño, tiene el mismo número de dientes y por lo tanto giran a la misma velocidad. Por lo general, el aceite es rociado a presión directamente al lugar de engranaje de los dientes.

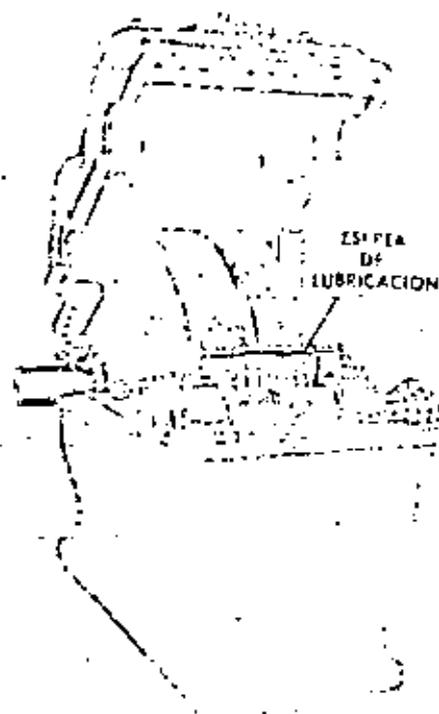
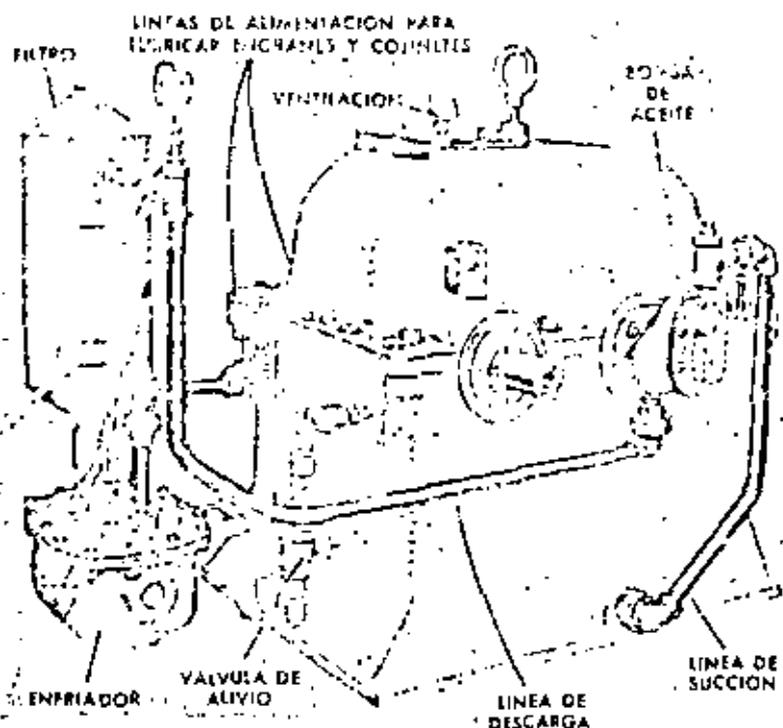


Cabezal de engranes en ángulo recto, para aumentar la velocidad. La lubricación se realiza por medio de un sistema de circulación propio el cual utiliza una bomba centrífuga. El aceite es rociado en el punto de engranaje de los dientes y a los cojinetes.



Sistema de lubricación centralizado. Este sistema lubrica solamente un juego de engranes. Pero consta de todos los elementos de un sistema diseñado adecuadamente. El aceite escurre del juego de engranes hacia la sección del depósito en donde reposa el aceite. Una porción de

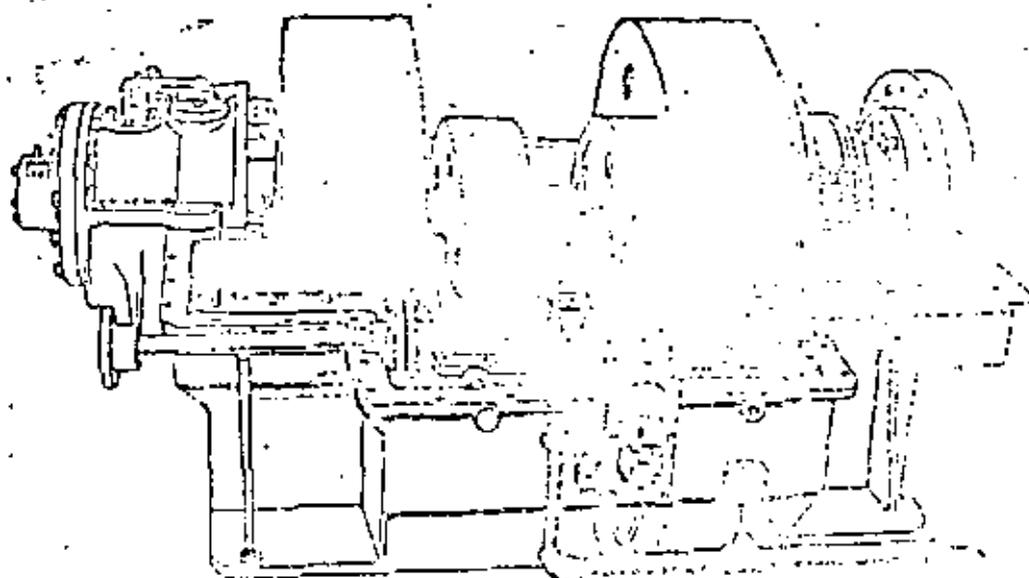
este aceite se lleva de esta sección, y se filtra regresando a la sección del depósito en donde se encuentra el aceite limpio. El aceite se bombea de esta sección hacia un enfriador, y de allí a los engranes y cojinetes.



Juego de engranes de una sola reducción.

En la figura de la izquierda, se muestran todos los elementos exteriores que forman parte de un sistema de lubricación. Una bomba de engranes es montada en el eje de baja velocidad. El aceite es tomado del depósito localizado en la base de la unidad y es conducido a través de un filtro y un enfriador, la sobre-presión es controlada por una válvula de alivio. En la figura del lado de-

recho se muestra abierto el reductor, en el cual se pueden observar los engranes dobles helicoidales, los cojinetes y el tubo en el cual van ensambladas las espiras, las que se encargan de rociar el aceite a los engranes. El aceite de este depósito se puede drenar por un orificio que se encuentra localizado en la parte inferior de la base.



Juego de engranes de doble reducción.
Esta es una unidad de alta velocidad que emplea engranes doble helicoidales. Los engranes se hi-

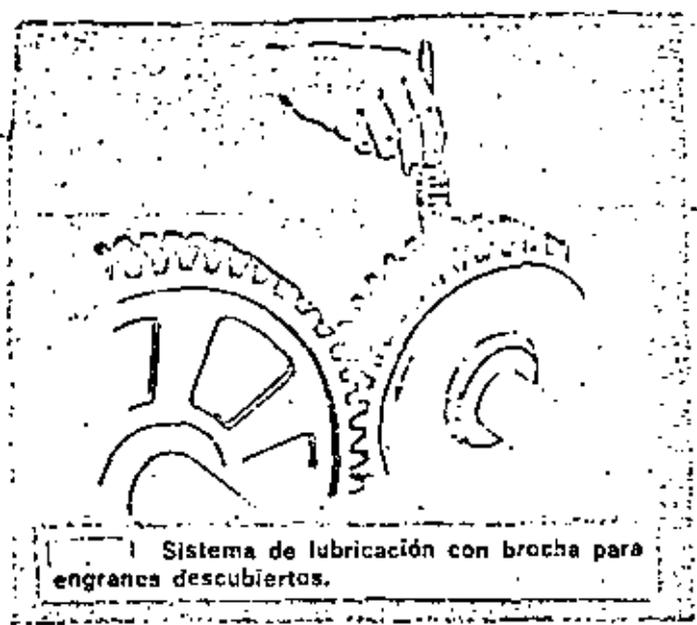
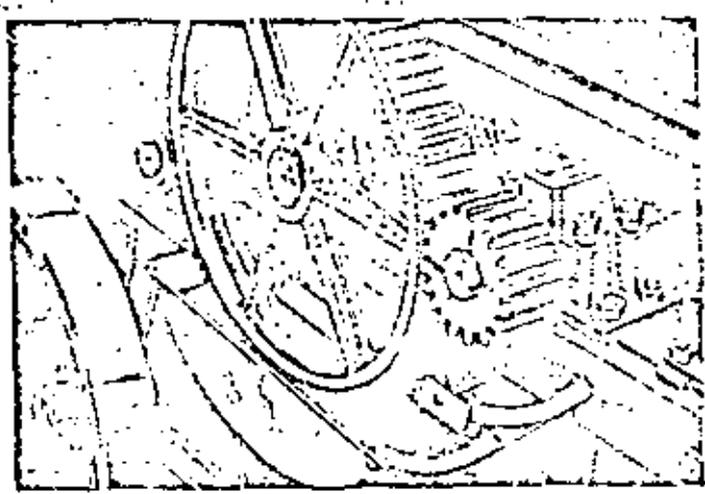
brican y se enfrían por medio de un sistema de circulación de aceite.

Mobil Información Técnica

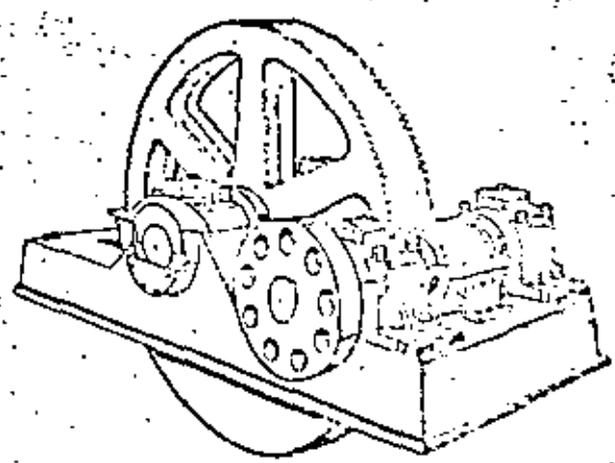
MOBIL OIL DE MEXICO, S. A.

DIVISION PRODUCTOS

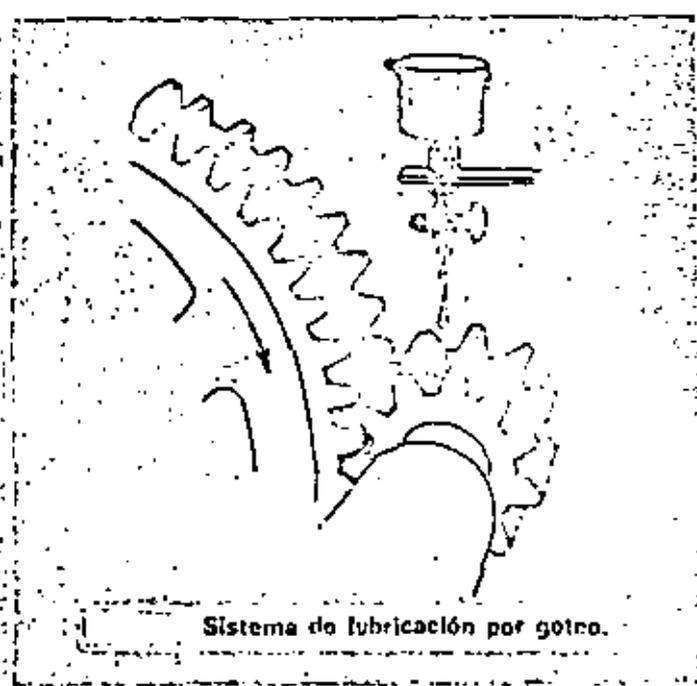
Lubricación de Engranajes Descubiertos



Sistema de lubricación con brocha para engranes descubiertos.



Sistema de lubricación a charola.



Sistema de lubricación por gotero.



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

SOLDADURA

AGOSTO, 1983

SOLDADORAS ELECTRICAS INDUSTRIALES, S. A.

FABRICA:
PRIVADA VILLANUEVA No. 6
LOS REYES LA PAZ. EDO. DE MEX



OFICINAS:
CALZ. VALLEJO No. 90-103
COL. SAN SIMON
TELS: 593-98-44 593-11-75

PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO CON SOLDADURA AUTOGENA, DE ARCO Y POR RESISTENCIA.

- I) SOLDADURA AUTOGENA.
 - a) Principios Generales.
 - b) Selección de tipo de electrodo de acuerdo al material a soldar.
 - c) Selección del tipo de flama según el electrodo a emplear.
 - d) Selección del tipo de fundente adecuada de acuerdo al electrodo empleado.
 - e) Equipo normalmente utilizado.
 - f) Condiciones de seguridad para el operador.
 - g) Manejo.

- II) SOLDADURA DE ARCO.
 - a) Principios Generales.
 - b) Tipos de soldadoras de arco y características inherentes.
 - c) Selección del tipo de electrodo según el material a soldar y resistencia mecánica requerida.
 - d) Preparaciones necesarias antes de aplicar el electrodo según la forma y las características del material a soldar.
 - e) Aplicaciones especiales en el caso de recubrimientos duros y aleaciones especiales.
 - f) Condiciones de seguridad para el operador.
 - g) Manejo.

- III) SOLDADURA POR RESISTENCIA
 - a) Principios Generales.
 - b) Tipos de máquinas soldadoras por resistencia.
 - c) Ajustes y calibraciones para las máquinas soldadoras por resistencia.
 - d) Materiales soldables en soldadura por resistencia.
 - e) Selección del tipo y forma de electrodo.
 - f) Preparación del material según el tipo de soldadura.
 - g) Condiciones de seguridad para el operador.

I) SOLDADURA AUTOGENA.

a) Principios Generales.

La soldadura autógena es un tipo de unión de dos metales - en base a la aplicación de una flama directa, que produce una - elevación de temperatura hasta el punto de fusión tanto de los - materiales a unir como del electrodo que va a servir de material de relleno o aporte entre los dos materiales.

Según el tipo de material a soldar se puede emplear o no - un elemento fundente, con objeto de facilitar la fusión y penetra - ción de la soldadura.

Características de una buena soldadura autógena, son el que se tenga una adecuada penetración en los dos materiales a soldar, y un cordón uniforme sin discontinuidades, crateres o chisporroteos.

La selección del tipo de boquilla adecuada depende del volú - men y capacidad de transmisión de calor de las piezas a soldar.

Los equipos usuales en mantenimiento con soldadura autógena son los que emplean la combinación de los gases oxígeno y aceti - leno, la flama que produce la combustión de estos gases puede - ser de tres tipos, se llama neutra a la que se genera de la mez - cla balanceada de los dos gases, carburante a la que tiene exce - so de acetileno y oxidante a la que tiene exceso de oxígeno.

b) Selección del electrodo de acuerdo al material a soldar.

Por lo general siempre se sueldan materiales de las mismas características metalográficas, esto es hierro dulce con hierro dulce, aluminio con aluminio, cobre con cobre, acero inoxidable con acero inoxidable etc... , por lo cual la selección del electro - do va de acuerdo al material a soldar, cuando las necesidades sean

las de soldar dos materiales diferentes es necesario, ver en primer lugar si son compatibles, si lo anterior es positivo la selección del electrodo será de acuerdo al material que tenga el menor punto de fusión.

c) Selección del tipo de flama según el electrodo a emplear.

Según el tipo de electrodo se debe seleccionar la flama del soplete, esto es de baja temperatura carburante y de alta temperatura neutra. Dándose como referencia que para efectos de corte por medio de soplete de autógena se emplea la flama oxidante.

d) Selección del tipo de fundente necesario de acuerdo al electrodo empleado.

La selección del fundente adecuado depende del electrodo, siendo útil en materiales sobre todo no ferrosos, pues ayuda que evite oxidación, a que haya mayor facilidad de la fusión del material a soldar y en los casos de rellenado una mayor capilaridad del electrodo a punto de fusión.

e) Equipo normalmente utilizado.

El equipo de autógena normalmente utilizado esta formado por un tanque de oxígeno, uno de acetileno, mangueras de conducción para los gases (por norma la manguera verde es la del oxígeno y la roja la del acetileno), manómetro para oxígeno y acetileno, reguladores de presión, maneral mezclador de gases y boquilla (es usual llamarle al conjunto de maneral y boquilla soplete).

f) Condiciones de seguridad para el operador.

Como equipo de seguridad se recomienda el empleo de gafas con cristales sombra No 5 a 7, guantes, gorra, mangas y peto.

g) Condiciones de manejo.

Como primer precaución en el manejo del equipo de autógena - se debe de evitar que la flama del soplete haga contacto con las mangueras de los gases, siendo también necesario cuidar que dichas mangueras no toquen objetos de alta temperatura.

Como práctica usual el soplete se coloca en una posición - de 30 a 45° con respecto al material a soldar, haciendose el -- avance del cordón de soldadura en este ángulo, usandose por lo - regular cuatro tipos de movimientos de avance, en forma de circuy los traslapados, en forma de zig zag, en forma de greca triangular y en forma de "e" invertida, siendo la forma de avance adecuada - la que dependa de la habilidad del operador, la posición del ma- terial a soldar y el punto de fusión de dicho material. Por la - práctica se tiene como forma más comoda de hacer el avance del - cordón de soldadura en el sentido de derecha a izquierda o de - abajo hacia arriba.

De acuerdo al espesor del material a soldar, se recomiendan los siguientes ajustes del equipo de autógena así como los dia- metros de electrodo utilizables, como lo muestra la tabla.

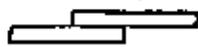
ESPESOR DE MATERIAL	DIAMETRO DE ELECTRODO	NUMERO DE BOQUILLA	PRESION (Kg/cm ²)	
			OXIGENO	ACETILENO
1/16	1/16 a 3/32	56	0.6 a 1.4	0.35
1/8	3/32 a 1/8	53	0.8 a 1.8	0.35
1/4	5/32 a 3/16	48	0.9 a 1.6	0.35

Por seguridad para encender el soplete se recomienda abrir primero la válvula del maneral que corresponde al acetileno y - despues la del oxígeno. Para abrir las valvulas de acetileno y - oxígeno solo es necesario girar de 1/4 a 1/2 vuelta la de aceti- leno y de 1 a 1 1/2 vuelta la de oxígeno, con el fin de tener el

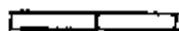
flujo de gases necesario, siendo esto una recomendación aparte desde el punto de vista de operación, como también de seguridad para el caso de presentarse una emergencia poder cerrar rápidamente las válvulas con lo que se puede llegar a evitar un accidente.

La recomendación para apagar la flama del soplete es la de primero cerrar la válvula del maneral que corresponde al acetileno y despues la del oxígeno, siendo la siguiente operación cerrar las válvulas de los tanques, como siguiente paso abrir de nuevo las válvulas de del maneral para descargar los gases de las --- mangueras bajandose a la vez la presión de los dos manómetros - de los reguladores, quedando como último paso el cerrar de nuevo las válvulas del maneral.

A continuación se ilustran los tipos y nombres de soldaduras autogenas más comunes.



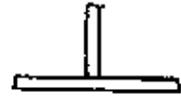
TRASLAPE



A TOPE



EN CEJA



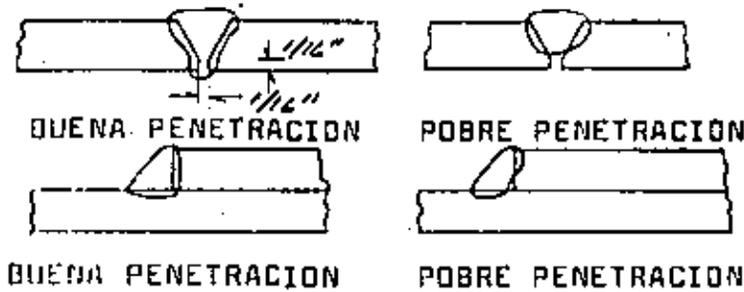
EN "T"

Como referencia se puede decir que una flama neutra puede llegar a tener hasta 3,200 °C.

Asi también como referencia se proporcionan las temperaturas de fusión de diferentes materiales.

ALUMINIO	660°C	PLOMO	325°C
LATON	890°C	ACERO (1020)	1540°C
BRONCE	900°C	SOLDADURA 50/50	215°C
COBRE	1050°C	ESTAÑO	230°C
ACERO FUNDIDO (FUNDICION GRIS)	1200°C	ZINC	420°C

En las figuras que se ilustran a continuación se presentan los aspectos de dos tipos de soldaduras autógenas con buena y -
pobre penetración.



Para la práctica adecuada de la soldadura autógena, aparte de conocer los aspectos de operación y manejo del equipo, hay una parte sumamente importante que es la de tener habilitados -
aditamentos que proporcionen un medio adecuado de sujeción de los materiales a soldar con el fin de evitar mala alineación o deformaciones de las piezas después de ser soldadas; siendo también -
algunas veces necesario el empleo de separadores o de puntos de soldadura para apuntar las piezas a soldar antes de hacer el cordón de soldadura definitiva.

Como conclusión a éste tema de soldadura autógena se puede marcar que la eficiencia y seguridad de éste tipo de soldadura depende en un gran porcentaje de la habilidad y manejo del equipo por parte del operador, pudiéndose llegar a decir que éste concepto es la parte más importante en lo que respecta a la capacitación del soldador, quedando supeditado a lo anterior, el obtener una buena soldadura autógena desde el punto de vista de acabado y buena resistencia mecánica. Con lo anterior se desea recalcar que la soldadura autógena, para fines de operaciones de mantenimiento no se puede automatizar (excepto en operaciones de corte), por lo que la habilidad y capacidad del soldador es de primordial importancia.

II) SOLDADURA DE ARCO:

a) Principios Generales.

La soldadura de arco es un tipo de unión de materiales con el empleo de un electrodo (material de aporte), que se halla energizado con una tensión de corriente alterna o directa, teniendo su nombre por el arqueo o chisporroteo que se debe inducir al acercar el electrodo hacia el material a soldar. Para operaciones de mantenimiento el electrodo empleado usa una capa de recubrimiento fundente, siendo común también que para operaciones de producción el electrodo no tenga dicho recubrimiento.

b) Tipos de soldadoras de arco y características inherentes.

Las soldadoras de arco se dividen en, tipo rotativo y tipo transformador.

Las máquinas tipo rotativo están formadas por un grupo motor-generador, pudiendo ser los motores del tipo combustión interna de gasolina o de corriente alterna y el generador es solo de corriente directa.

Las máquinas de arco tipo transformador pueden ser, de corriente alterna, de directa con rectificador o de ambas tensiones.

Las máquinas de corriente directa CD tipo rotativo tienen la característica de poder proporcionar tensión de salida constante, independientemente de la corriente de soldadura, por lo anterior estos equipos fueron usados en forma masiva durante mucho tiempo, sobre todo en el tipo de operación de cabezales automáticos, sin embargo el empleo de estos equipos va en decaimiento, debido a que los equipos de transformador de CD reúnen ya en la actualidad las mismas características eléctricas, siendo una de las causas de decaimiento el alto mantenimiento y alto consumo de corriente en vacío.

Las máquinas tipo transformador de corriente alterna CA se clasifican de acuerdo a su capacidad de corriente (medida en Amperes A) y su factor de servicio, la gama usual de estos dos factores es de 50 a 400 A y de 20 a 50. %.

Las máquinas tipo transformador de CD también varían según su capacidad de corriente (medida en Amperes A), su factor de servicio y el tipo de tensión a la salida de las terminales de conexión, la capacidad de corriente va de 10 a 800 A, la gama del factor de servicio es de 30 a 100% y el tipo de tensión de salida puede ser de caída de potencial al circular corriente por el electrodo y de potencial constante, lo que significa que la tensión en las terminales de salida permanece constante independientemente de la corriente que circule por el electrodo, -- siendo poco usual éste tipo de máquinas para trabajos de mantenimiento.

Las máquinas tipo transformador tienen la ventaja de que el consumo de energía eléctrica es mínimo, cuando está conectada a la línea de alimentación sin realizar soldadura.

c) Selección del tipo de electrodo según el material a soldar y resistencia mecánica requerida.

Para la selección del tipo de electrodo se deben tener en consideración dos condiciones, que son la resistencia mecánica que deberá tener la soldadura y el tipo de metal a soldar ya sea ferroso o no ferroso.

Como guía para la aplicación del electrodo con máquinas de CD o CA, se presentan las siguientes tablas.

TABLA PARA SOLDADORAS DE ARCO DE C.C.

ESPELOR DE MATERIAL	DIAMETRO DE ELECTRODO	CORRIENTE DE SOLDADURA AMPERES
1/16 a 1/8	3/32	50 a 90
1/8 a 1/4	1/8	90 a 140
1/4 a 3/8	5/32	120 a 180
3/8 a 1/2	3/16	150 a 230
1/2 a 3/4	7/32	190 a 240
3/4 a 1	1/4	200 a 300

TABLA PARA SOLDADORAS DE ARCO DE C.A.

ESPELOR DE MATERIAL	DIAMETRO DE ELECTRODO	CORRIENTE DE SOLDADURA AMPERES
1/16	1/16	20 a 40
3/32	3/32	30 a 80
1/8 a 1/4	1/8	50 a 120
1/8 a 1/4	5/32	75 a 170
1/4 a 3/16	3/16	100 a 210
1/4 a 3/16	7/32	120 a 250
1/4 a 5/16	1/4	160 a 330
5/16 a 3/8	5/16	200 a 420

d) Preparaciones necesarias antes de aplicar el electrodo según la forma y las características del material a soldar.

El logro de una soldadura de características óptimas desde el punto de vista de resistencia mecánica y de acabado, depende en gran manera de la preparación adecuada de los materiales a unir. Son tipos comunes de uniones entre materiales a ser soldados por arco los siguientes: unión a Tope, en "T", en Escuadra, a Traslape, y en Ceja. Son tipos usuales de soldadura los que se mencionan a continuación: de Relleno, Plana, tipo Cuña, tipo "V"

tipo "J" y tipo "U", la aplicación de estos tipos de soldadura puede hacer en forma sencilla o doble.

En todos estos tipos de soldaduras es muy importante que el ángulo de inclinación de los biseles de preparación sea mínimo - de 60° , pues un ángulo menor dificulta maniobrar correctamente el electrodo con el fin de lograr una penetración adecuada de la soldadura. Es necesario tener en cuenta que en la soldadura de un material grueso con un delgado, la selección de electrodo y corrientes deberá hacerse de acuerdo a las calibraciones y ajustes del material delgado.

Es conveniente tener en mente que el tipo de forma de preparación y soldadura esta completamente relacionado con la resistencia mecánica y acabado final requerido.

Cuando sea importante el evitar deformaciones del material cuasados por la soldadura, se debe pensar en algún aditamento de sujeción que tenga la rigidez suficiente e incluso hay casos en que se prevee refrigeración externa por medio de aire o agua fluyendo por tubos.

e) Aplicaciones especiales en el caso de recubrimientos duros y aleaciones especiales.

Para dar mantenimiento en superficies sujetas a fricción se cuenta con una gama de electrodos especiales, los cuales tienen como característica principal una alta dureza mecánica sin perder la posibilidad de ser maquinables, con el objeto de poder dar el acabado que sea necesario, como referencia se puede citar que para reconstrucción de engranes y flechas desgastadas, estos son los electrodos adecuados.

También se cuenta con una gama de electrodos que pueden em-

plearse para soldar metales no ferrosos y sus aleaciones: como es el caso de cobre, aluminio, bronce y latón.

f) Condiciones de seguridad para el operador.

Para la seguridad del operador se debe prever que cuente con: gorra, guantes, mangas, peto y careta con vidrio sombra - N^o 12, siendo ésta última una de las partes más importantes -- para la seguridad de que el operador no dañe su vista, pues el arco natural que se genera durante la soldadura es muy intenso. Como referencia se puede mencionar que en procesos productivos se puede llegar a la necesidad de que el operador use polainas.

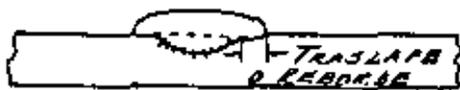
g) Manejo.

Para el manejo del electrodo de soldadura de arco se pueden mencionar las siguientes técnicas: Para el avance del cordón de soldadura se tienen movimientos en forma de grecas cuadradas, en forma de "e" y en zig zag. Para la posición del electrodo respecto al material a soldar se debe mantener un ángulo de 30 a 45^o cuando se hacen soldaduras tipo planas, un ángulo de 20^o para soldaduras horizontales siendo el movimiento del electrodo más comodo el de izquierda a derecha en forma de zig zag, un ángulo de 20^o para soldaduras verticales, habiendo dos formas de avance de arriba hacia abajo con movimientos de zig zag y de abajo hacia arriba con movimientos en forma de grecas cuadradas y por último un ángulo de 20^o para soldaduras tipo sobre la cabeza con movimientos de zig zag.

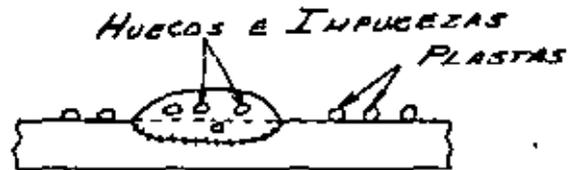
Como último se menciona que como el caso de la soldadura autógena para operaciones de mantenimiento el que una unión por soldadura de arco sea completamente confiable sobre todo desde el punto de vista de resistencia mecánica, depende de la capaci-

dad y habilidad del operador, con lo que se ve la necesidad de que el soldador se encuentre bien capacitado técnica y físicamente, pues la responsabilidad de evitar algún accidente serio puede depender de cuidar este aspecto que muchas veces es ignorado.

Para los fines de una inspección visual de la soldadura de arco se ilustran a continuación aspectos de buenas y malas soldaduras.



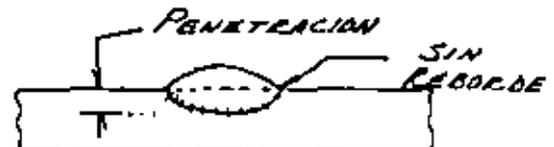
DESPLAZAMIENTO LENTO DEL ARCO DE SOLDADURA



ARCO MUY RETIRADO Y MOVIMIENTO DEL ELECTRODO MUY RÁPIDO



CALOR INSUFICIENTE PARA UNA FUSIÓN ADECUADA Y ARCO DEMASIADO CERCAÑO



BUENA PENETRACION SIN TRASLAPE (REBORDE)

III) SOLDADURA POR RESISTENCIA

a) Principios Generales.

La soldadura por resistencia tiene por principio la fusión de materiales por medio del efecto calorífico generado por el paso de una corriente alta (miles de amperes) a través de dichos materiales, sin el empleo de ningún material de aporte.

b) Tipos de máquinas soldadoras por resistencia.

Las máquinas soldadoras por resistencia son de los tipos:

a Tope, Punteadora, Proyección, Chisporroteo y Costura.

Las soldadoras a Tope se emplean para unir materiales como soleras y alambres, pueden ser de operación manual, y automática, las de operación automática se pueden accionar por medio de aire comprimido, por medio de un motor eléctrico o por medio de un sistema hidráulico, la gama usual de potencia va desde 2.5 KVA hasta 500 KVA.

Las punteadoras y soldadoras de Proyección se emplean para unir laminas de materiales como: hierro dulce, aceros, aluminio, latón bronce, cobre y níquel, pueden ser de acción mecánica o manual y de acción neumática, la gama usual de potencias va desde 5 KVA hasta 800 KVA (anexo se dan tablas de calibraciones y ajustes para lámina de acero de bajo carbono).

Las soldadoras por Chisporroteo se emplean para unir soleras, alambres y contornos de forma especial a tope, el proceso de soldadura se inicia con un arqueo para uniformizar las superficies y lograr la temperatura de fusión de los materiales, logrado esto se someten las piezas a una forja brusca para que queden unidos, la característica principal de este proceso es la de mantener la misma resistencia y característica metalografica del material base en la unión de soldadura, éste tipo de equipos pueden ser manuales, operados por motor eléctrico o de operación hidráulica, la gama usual de potencia va de 20 KVA hasta 500 KVA, aplicación común de estas maquinas es la soldadura de rines de bicicleta y automoviles.

Las maquinas de Costura usan el principio de las punteadoras en forma continua, esto es generan una sucesión de puntos a lo largo de laminas de materiales de hierro, aceros, aluminio, latón, bronce, cobre y níquel, la gama normal de potencias van de 50 KVA hasta 400 KVA, aplicaciones comunes de estas maquinas se tienen

en la soldadura de tanques de gasolina, tambores de 50 a 200 lts. y calentadores domesticos, el accionamiento de estas soldadoras por lo general es solo automatico con operacion neumática.

c) Ajustes y calibraciones para maquinas soldadoras por Resistencia.

Para Puntadoras y maquinas de Costura, se cuenta con tablas que marcan los parametros recomendables con objeto de lograr, soldaduras optimas desde el punto de vista de resistencia mecánica y consumo económico de energia electrica, dada la variedad de piezas soldadas con maquinas a Tope y Chisporroteo las calibraciones necesarias para estos equipos generalmente se buscan según la aplicacion específica, (se anexan tablas de ajustes y calibraciones).

d) Materiales soldables en soldaduras por resistencia.

Los materiales soldables en soldadura por resistencia, deben ser compatibles, siendo una forma práctica de determinar lo anterior el que despues de hacer una prueba de soldadura y desprenderla, la huella que dejó la soldadura no presente huecos internos, lo que significa que no hubo generacion de gases y la soldadura es sólida, como prueba definitiva para determinar si una soldadura es correcta se debe medir la fuerza a la tension al momento de la ruptura, (se anexa tabla de soldabilidad entre varios materiales).

e) Selección del tipo y forma de electrodo.

Según el material a soldar se debe escoger el tipo de electrodo, como ejemplo para hierro dulce y aceros los electrodos generalmente son de Cobre-Cromo, para materiales como aluminio y cobre se pueden emplear electrodos de Elcaloy o Tungsteno.

La forma del electrodo se puede adaptar al tipo de contorno

de las piezas a soldar existiendo en el mercado una variedad muy extensa de formas de electrodos.

f) Preparación del material según el tipo de soldadura.

Cuando se sueldan hierros dulces y aceros la única preparación requerida es la de que el material se halle libre de escoria u óxidos en sus superficies. Tratándose de metales no ferrosos como aluminio y cobre, es necesario someter a dichos materiales a un proceso de decapado con el fin de eliminar el óxido superficial, este proceso puede hacerse por medios mecánicos o químicos.

e) Condiciones de seguridad para el operador.

Los operadores de Soldadoras por Resistencia deberán tener como elementos para su seguridad personal, guantes, gorra, peto y careta transparente.

Como conclusión se puede mencionar que generalmente este tipo de máquinas son empleadas más en operaciones de producción que en las de mantenimiento, siendo usual para mantenimiento el empleo de Punteadoras hasta de 30 KVA y Soldadoras a Tope para sierra cinta de 2.5 KVA.

AJUSTES RECOMENDADOS PARA SOLDADURA POR PUNTOS EN ACERO DE BAJA CARBONO

ESPESES DEL MATERIAL		FUERZA ENTRE ELECTRODOS	CICLOS DE SOLDADURA		COCIENTE DE SOLDADURA	 TRANSFER MINIMO	ESPACIO MINIMO ENTRE PUNTOS	DIAMETRO ZONA FUSIONABLE	ESFUERZO MINIMO A TENSION	ESPESES DEL MATERIAL	
			KG	60HZ							50HZ
0.250 0.010	3.5 3/8	3.2 1/8	91	4	3	1,000	9.5	6.3	2.5	59.1	0.250 0.010
0.530 0.031	3.5 3/8	1.8 3/16	136	6	5	6,500	11.1	9.5	3.3	145.5	0.530 0.031
0.730 0.031	3.5 3/8	7.8 3/16	182	8	7	8,000	11.1	12.7	4.0	259.1	0.730 0.031
1.000 0.070	12.7 1/2	6.3 1/4	227	10	8	9,500	12.7	19.0	4.8	418.2	1.000 0.070
1.270 0.150	12.7 1/2	6.3 1/4	295	12	10	10,500	14.3	22.2	5.6	613.6	1.270 0.050
1.600 0.062	12.7 1/2	6.3 1/4	367	14	12	12,000	15.9	25.1	6.4	840.9	1.600 0.062
1.980 0.078	15.9 5/8	7.9 5/16	500	17	14	14,000	17.5	31.8	7.4	1,227.0	1.980 0.078
2.400 0.091	15.9 5/8	7.9 5/16	591	20	17	15,500	19.7	38.1	7.9	1,568.0	2.400 0.091
2.770 0.109	15.9 5/8	7.9 3/8	727	25	21	17,500	20.6	41.3	8.1	1,886.0	2.770 0.109
3.200 0.125	12.2 7/8	3.5 3/8	818	26	22	19,000	22.2	47.5	8.4	2,273.0	3.200 0.125

NOTAS:

- 1) ACERO SAE 1010
- 2) EL MATERIAL DEBE ESTAR LIBRE DE OXIDO, ESCORIA, GRASA O ACEITE.
- 3) DATOS PARA UN MAXIMO DE 4 PIEZAS DEL ESPESOR INDICADO.
- 4) MATERIAL DE LOS ELECTRODOS. CLASE 2. CONDUCTIVIDAD 75% DUREZA ROCKWELL B-75.

AJUSTES APROXIMADOS PARA SOLDADURA POR OBTURACION EN ACERO DE BISO UNICO

ESPESOR DEL MATERIAL			FUERZA ENTRE DISCOS	CICLOS DE SOLDADURA		CICLOS DE ENFRIAMIENTO		VELOCIDAD LINEAL DEL MATERIAL	NUMERO DE SOLDADURAS		COCIENTE DE SOLDADURA	TRASLAFE MINIMO	ESPESOR DEL MATERIAL
	mm Pg	A MIN mm Pg		E MIN mm Pg	KG	60HZ	50HZ		60HZ	50HZ			
0.250	9.5	1.8	182	2	2	1	1	2.03	30	15	8,000	10.0	0.250
0.010	3/8	3/16	250	2	2	2	1	1.91	24	12	11,000	11.0	0.010
0.330	9.5	1.8	318	3	3	2	1	1.83	20	10	13,000	13.0	0.330
0.021	3/8	3/16	409	3	3	3	2	1.70	18	9	15,000	13.0	0.021
0.750	12.7	2.3	477	4	3	3	2	1.65	16	8	16,500	14.0	0.750
0.031	1/2	1/4	545	4	3	4	3	1.60	14	7	17,500	16.0	0.031
1.000	12.7	2.3	682	6	5	5	4	1.40	12	6	19,000	18.0	1.000
0.070	1/2	5/16	773	7	6	6	5	1.27	11	5.5	20,000	19.0	0.070
1.270	12.7	7.9	886	9	8	6	5	1.22	10	5	21,000	20.0	1.270
0.050	1/2	5/16	1,000	11	9	7	6	1.14	9	4.5	22,000	22.0	0.050
1.600	12.7	7.9											1.600
0.062	1/2	5/16											0.062
1.980	15.9	9.5											1.980
0.078	5/8	3/8											0.078
2.700	15.9	11.1											2.700
0.097	5/8	7/16											0.097
2.770	19.0	12.7											2.770
0.109	3/4	1/2											0.109
3.200	19.0	12.7											3.200
0.125	3/4	1/2											0.125

NOTAS:

- 1) MATERIAL SAE 1010
- 2) EL MATERIAL DEBE ESTAR LIBRE DE OXIDO, ESCORIA, GRASA O ACEITE.
- 3) DATOS PARA UN MAXIMO DE 7 PIEZAS DEL ESPESOR INDICADO.
- 4) MATERIAL DE LOS DISCOS CLASE 2 CONDUCTIVIDAD 75% DUREZA ROCKWELL B-75.

ELECTRODOS RECOMENDABLES PARA DIFERENTES METALES

	TUNGSTENO	ALEACIONES DE MAGNESIO	ALEACIONES DE NIQUEL	NIQUEL	ACERO INOXIDABLE	CROMADO	CADMINIZADO	GALVANIZADO	LAMINA TERNE	ESTAÑADO	ACERO BILADO CALIENTE	ACERO BILADO FRO	BRONCE FOSFORADO	BRONCE AL SILICE	PLATA NIQUEL	CUFRO NIQUEL	LATON AMARILLO	LATON ROJO	COBRE	ALEACIONES ALUMINIO	ALUMINIO 75-35	TITANIO	
TITANIO																							
ALUMINIO 25-35		C I	E II	E II	H I	H II	E I	D I	D I	D I		E II	D II	D II			D II	E II	H V	C I	C I		
ALEACIONES ALUMINIO		C I	E II	E II	H I	H II	E I	D I	D I	D I		E II	D II	D II			D II	E II	H V	C I	C I		
COBRE	K H	H I	E II	E II	K I	H II	H II	K I	K I	H I		H II	D II	D II	D II	D II	D II	E II	K V				
LATON ROJO		H I	D II	D II	H I	H II	H II	H I	H I			K II	D II	D II	D II	D II	D II	E II					
LATON AMARILLO		E I	D II	D II	H I	H II	E I	E I	E I			E II	C II	C II	C II	C II	C II	E II					
CUFRO NIQUEL		D I	C II	C VI	E I	E II	E I	E I	E I			E II	C II	C II	C II	C II	C II	E II					
PLATA NIQUEL		D I	C II	C VI	E I	E II	E I	E I	E I			E II	C II	C II	C II	C II	C II	E II					
BRONCE AL SILICE		D I	C II	D II	E I	E II	E I	E I	E I			E II	C II	C II	C II	C II	C II	E II					
BRONCE FOSFORADO		E I	D II	D II	E I	E II	E I	E I	E I			E II	C II	C II	C II	C II	C II	E II					
ACERO BILADO FRO	D II		D II	D II	B II	B II	C II	C I	B II	C I	E I	A II											
ACERO BILADO CALIENTE	H II		D II	D II	B II	B II	C II	C I	B II	C I	E I	A II											
ESTAÑADO	E II	E I	D I	D II	C I	C II	D I	C I	D I	D I													
LAMINA TERNE	E II	E I	D I	D II	C I	C II	C I	C I	C I														
GALVANIZADO	E II	E I	D I	D II	C I	C II	C I	C I	C I														
CADMINIZADO	E II	E I	D I	D II	C I	C II	C I	C I	C I														
CROMADO	D II		D II	D II	B II	B II	C II	C I	B II	C I	E I	A II											
ACERO INOXIDABLE	D II		D II	D II	A I	A I																	
NIQUEL	D II		C II	B II																			
ALEACIONES DE NIQUEL	D II		B II																				
ALEACIONES DE MAGNESIO		D I																					
TUNGSTENO	D II																						

CUADRO DE INTERPRETACION

SOLDABILIDAD	ELECTRODO CONTRA EL TRABAJO
ELECTRODO CONTRA EL TRABAJO	INFORMACION ESPECIAL

SOLDABILIDAD

- A. EXCELENTE
- B. MUY BUENA
- C. BUENA
- D. REGULAR
- E. POBRE
- H. MUY POBRE
- K. NO RECOMENDABLE

ELECTRODOS

- I. ELKALOT A
- II. MALLORY 5
- III. MALLORY 100
- IV. ELKONITE 10WS
- V. ELKONITE 100M
- VI. ELKONITE 1WS

1. BUENA RESISTENCIA DE SOLDADURA.
2. PUEDE SER SOLDADO EN CONDICIONES ESPECIALES.
3. BAJA RESISTENCIA DE SOLDADURA.
4. NO SE PUEDE SOLDAR REALMENTE; SE FORMAN GRUPOS Y SE PEGA.
5. LAS CONDICIONES DE SOLDADO DEBEN SER CONTROLADAS CUIDADOSAMENTE.
6. MANTENGANSE LOS ELECTRODOS LIMPIOS PARA PREVENIR QUE SE PEGUE.
7. LA PRACTICA RECOMIENDA LA LIMPIEZA ANTES DE SOLDAR
8. USE ELECTRODOS PLANOS PARA DISMINUIR LA DISTORSION O DECOLORACION.
9. EL RECUBRIMIENTO SE PUEDE DISOLVER EN OTROS METALES O QUEMARSE.



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

DILATACION TERMICA

AGOSTO, 1983.

CAPITULO 7.

DILATACION TERMICA:

Quando se calienta un cuerpo sólido, la energía cinética de sus átomos aumenta de tal modo que la distancia entre las moléculas crece, expandiéndose así el cuerpo, o contrayéndose si éste es enfriado. Estas expansiones y contracciones causadas por la variación de temperatura en el medio que le rodea debe tomarse en cuenta siempre en un diseño; por ejemplo, cuando se construyen puentes con pavimento de hormigón, se dejan huecos entre tramos para evitar agrietaduras o abombamientos si se hace el pavimento en una sola pieza. De igual forma, los rieles de la vía del ferrocarril tienen entre tramo y tramo una separación para evitar los efectos de las variaciones de temperatura. (Al referirnos a dilatación térmica, queda implícito lo existencia de contracción térmica.)

Quando las tuberías de cobre conducen fluidos a temperaturas diferentes a las del medio ambiente sufren de este fenómeno, por lo cual su colocación y fijación se deben prevenir ya sea cuando esten empotradas o visibles, por lo que a continuación hablaremos de esto; primeramente observando en cuanto se dilata o contrae la tubería, si este movimiento no es excesivo se preverá su fijación y aislamiento, y cuando este sea mayor se diseñará la curva de dilatación que contrarreste el movimiento.

En efecto el coeficiente de dilatación térmica del cobre es de $17,0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ de 20°C a 100°C , lo que significa que un metro de tubo se alarga 1.70 mm. cuando su temperatura aumenta 100°C , por lo tanto, es necesario tomar en cuenta este factor en el montaje de tuberías de cobre.

El diagrama de la figura () permite determinar fácilmente la dilatación térmica de tramos de tubo de hasta 10 m. de longitud.

Las variaciones de longitud se obtienen de la siguiente fórmula:

$$\Delta L = 0,017 \times L \times t$$

ΔL = Variación de longitud, en mm.

Siendo:

L = Longitud inicial del tubo, en M.
 t = Diferencia de temperatura, en $^{\circ}\text{C}$.

Se considera como diferencia de temperaturas la diferencia entre la temperatura ambiente en el momento del montaje y la temperatura máxima de servicio.

COLOCACION DE LAS TUBERIAS DE COBRE NACOBRE.

Puesto que proporcionarán un servicio muy prolongado y durarán, por lo menos, tanto como el inmueble, las tuberías de cobre se deben colocar cuidadosamente:

Para ejecutar bien este trabajo hay que tener en cuenta las tres reglas siguientes:

- 1º- Realizar uniones que sean perfectamente herméticas, sin remiendos de ninguna clase.
- 2º- Apoyar las tuberías de modo que el peso de los tubos cargue sobre los soportes y no sobre las uniones.
- 3º- Tomar las medidas necesarias para libre contracción y dilatación de los tubos por los cambios de temperatura.

SOPORTES PARA LAS TUBERIAS DE COBRE NACOBRE.

Los tubos de cobre se fijarán a lo largo de las paredes o se colgarán del techo por medio de abrazaderas, de las que existe una gran variedad en el mercado. (fig.).

Las abrazaderas serán preferentemente de latón o de cobre, o en su defecto de cualquier otro material no ferroso; para evitar que se oxiden y duren, provocando por galvanica inde finidamente:

Se pueden también preparar soportes destinados a fijar los tubos al techo, a las esquinas de las paredes, a las vigas de acero, o que sirvan de soporte común a varios tubos. (fig.).

Para las tuberías horizontales, con tubos de 10 a 25 milímetros ($3/8"$ a $1"$) de diámetro, - los soportes se colocarán cada uno o dos metros. Si los tubos son de dimensiones superiores se podrán colocar cada dos o tres metros.

Las tuberías verticales, hasta 25 mm. ($1"$) de diámetro, requieren de un punto de sujeción por piso. Para los diámetros superiores bastará con dos soportes por piso.

Si las tuberías para agua caliente van empotradas, es necesario dejar espacio libre alrededor de los tubos y sobre todo en los extremos, lo que se logra forrando las tuberías con un revestimiento impermeable al cemento o al yeso, que si no lo inutilizarían. El espesor del revestimiento no será, por lo tanto, solamente función del aislamiento deseado si no también de la dilatación que haya que permitir.

Esto se debe tener en cuenta principalmente en las curvas y derivaciones, para que puedan desplazarse libremente.

Hay que disponer las casas de modo que haya una posibilidad de libre movimiento entre - dos puntos fijos; se consigue con cambios de dirección de las tuberías o liras de radio sufi ciente.

Para mayor claridad vamos a exponer algunos diseños sencillas de instalaciones, con las - disposiciones erróneas y correctas.

Caso de una instalación para agua caliente realizada con tubo de cobre no empotrado. (fig.).

En la disposición a los abrazaderas no han sido correctamente dispuestas; el tramo de tubo que atraviesa la pared cerca del punto "A" ha sido revestido de cartón ondulado para - que pueda absorber la dilatación del tramo A-B. Además ha sido completamente empotra - do el pequeño tramo de tubo que sale de la pared cerca del punto "A". Los errores son - los siguientes:

- El empotramiento y la mala colocación de la abrazadera B, colocada demasiado cerca de la conexión, impide el movimiento del tramo A-B.
- La errónea colocación de la abrazadera C, impide el movimiento del tramo B-C.

Como consecuencia, cuando la instalación se ponga en servicio, se producirá el agrieta - miento del revestimiento de la pared.

En la figura (), se muestra la disposición correcta; la apropiada colocación de las abrazaderas evitará que se produzcan desperfectos. La figura () representa la ejecución errónea del detalle de una derivación para agua caliente, empotrada, en la que solamente han sido revestidos los tramos de tubería en la zona próxima a la unión.

Los tubos, revestidos solamente de cartón ondulado, están empotrados rígidamente. En estas condiciones, cuando el tubo se dilata no encuentra posibilidad de movimiento y se producen tensiones que repercuten sobre las uniones. Como consecuencia la soldadura blanda puede ceder y se pueden producir fugas.

En la figura () se representa la ejecución correcta de la misma instalación, revistiendo los tubos en toda su longitud. El revestimiento permitirá el movimiento y evitará así que las uniones sean fastidiadas fuertemente.

En la figura () se representa la ejecución errónea de una derivación para agua caliente. La disposición de las distintas partes de la instalación es tal que se impide todo movimiento debido a la dilatación térmica. Como consecuencia ocurrirá que las uniones puedan llegar a fastidiarse y se podrán producir fugas.

La figura () representa el correspondiente montaje correcto de la misma derivación; en la figura () se representa la ejecución de una columna ascendente para agua caliente en un caso de cuatro pisos. Las consideraciones efectúan sobre las condiciones de dilatación que tienen lugar para una diferencia máxima de temperatura de 80°C.

En la figura () se representa la ejecución errónea de la instalación; la abrazadera de suspensión de la tubería en el sótano del edificio ha sido colocada demasiado cerca de la columna ascendente y así impide su movimiento hacia abajo.

La dilatación se verifica solamente hacia arriba.

Las dilataciones de los diferentes tramos se indican en el cuadro siguiente:

Derivación	Altura de las derivaciones respecto a la tubería del sótano	Dilataciones hacia arriba mm.
IV	9.35	12.3
III	6.65	8.8
II	3.95	5.2
I	1.25	1.6

Estas dilataciones son importantes y no pueden ser absorbidas de ningún modo.

En la figura () se representa la ejecución correcta. Aquí se ha colocado una lira "S" entre las derivaciones II y III, además de los dos anclajes fijos F1 y F2, separados entre sí 5.40 m.

Las dilataciones de los diversos tramos de esta instalación se indica en el cuadro siguiente:

Derivación	Distancias al punto fijo más cercano M	Dilataciones MM
IV	1.35	1.8
F2	0.00	0.0
III	1.35	1.8
II	1.35	1.8
F1	0.00	0.0
I	1.35	1.8
A	2.60	3.4

La dilatación absorbida por la lira S, para una diferencia de temperatura de 80°C, es de:

$$5.40 \times 0.0165 \times 80 = 7.1 \text{ mm.}$$

En la figura () se representa el detalle de la parte inferior de la columna ascendente. La figura () representa una solución alternativa, pero es preferible la solución de la figura ().

Las dilataciones, en la disposición de la figura (), son las indicadas en el siguiente cuadro:

Derivación	Distancias al punto fijo F M	Dilataciones MM
IV	4.05	5.3
III	1.35	1.8
F	0.00	0.0
II ;	1.35	1.8
I	4.05	5.3
A	5.30	7.0

En el montaje se deberá tener en cuenta que, cuando la instalación esté en funcionamiento, el punto "A" se desplazará hacia abajo 7 mm.

CURVAS DE DILATACION.

Las curvas de dilatación pueden ser de distintas formas; en la figura se representa el tipo que, a igualdad de espacio ocupado y de facilidad de ejecución, da el mejor resultado. Los valores mínimos de Lo y lo, en función del diámetro del tubo se indican en el siguiente cuadro. Se trata de valores informativos solamente válidos en condiciones tales que la lira y todo el tramo A-B puedan moverse libremente en el sentido del tramo Lo.

VALORES MINIMOS DE Lo Y lo EN FUNCION DEL DIAMETRO DEL TUBO, PARA LAS LIRAS DE DILATACION

Diámetro del tubo MM	13	16	19	25	32
Lo mínimo CM	100	120	140	160	180
lo mínimo CM	25	30	35	40	45

NOTA: Si dos derivaciones resultaran estar más próximas que el valor mínimo Lo, se elegirá una lira de mayor desarrollo, colocándola, si es posible, en el punto medio entre las dos derivaciones.

②

Hay que hacer notar que la línea media de la lira debe estar situada a una distancia de la derivación más próxima al menos igual a l_0 .

Se obtiene el mejor resultado cuando la línea media de la lira esté equidistante de las dos derivaciones más próximas.

Cualquier obstáculo a la movilidad del tramo de tubo en U, derivado, por ejemplo, de acanaladuras en la pared demasiado estrechas, o de abrazaderas mal situadas, producirá mayores esfuerzos en el tubo o en los puntos de unión A y B, y así en un tiempo más o menos breve, se producirán desperfectos.

El desarrollo de las liras se obtiene del diagrama de la figura ().

Si dos derivaciones estuvieran más próximos que el valor mínimo l_0 , indicado en el cuadro, se deberá realizar una lira con mayor desarrollo que el del valor H del diagrama.

Como regla se puede tomar que:

Para un valor l_0 inferior en 25 % al valor mínimo de la tabla hay que aumentar H en 10 %; y para una disminución de l_0 del 50 % hay que aumentar H en un 40 % aproximadamente.

También se pueden utilizar dispositivos compensadores de dilatación axiales, que ocupan poco sitio. (fig.).

DIAGRAMA QUE DA EL DESARROLLO MINIMO DE LAS LIRAS EN
FUNCION DE LA DILATACION TERMICA A COMPENSAR.

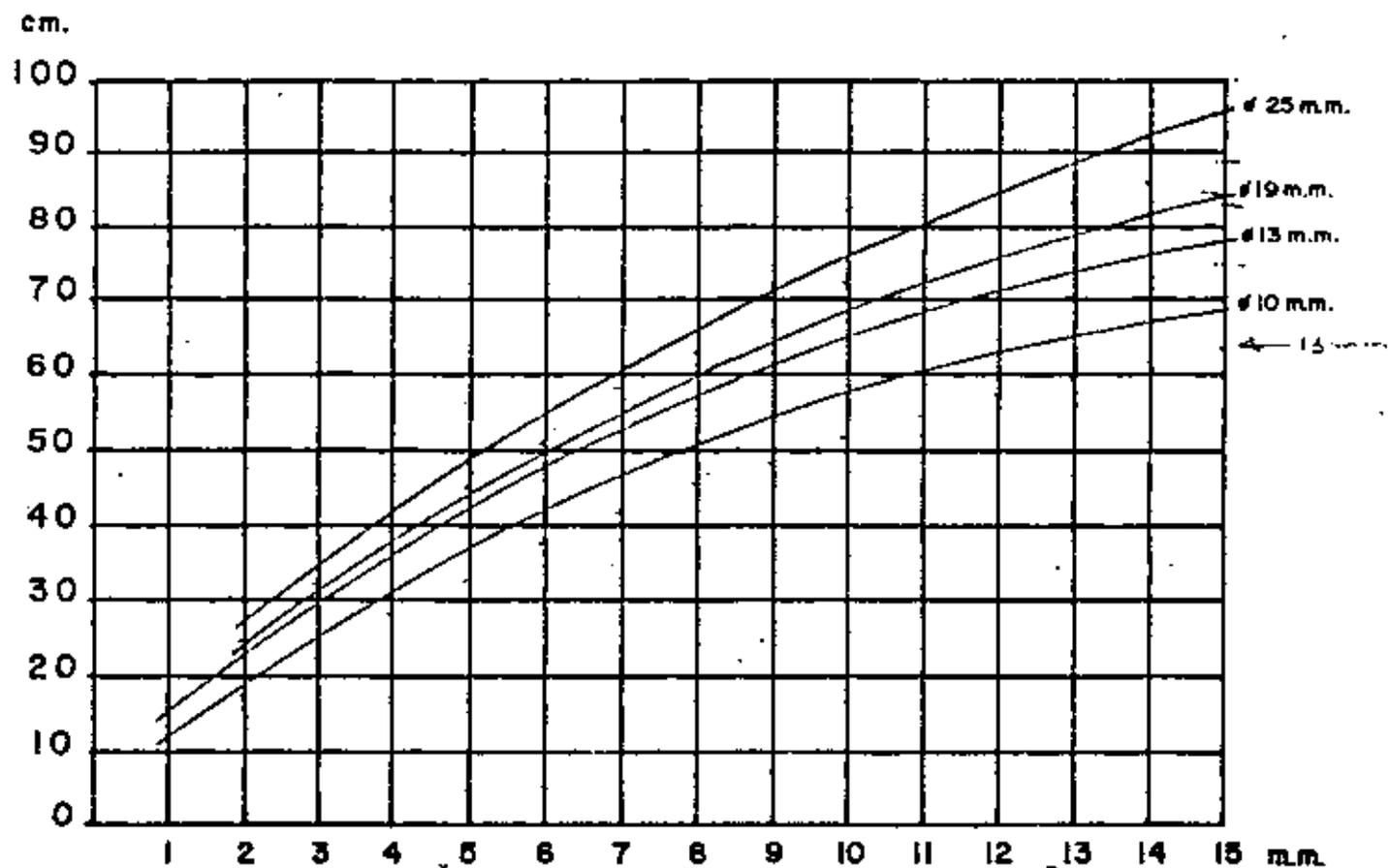
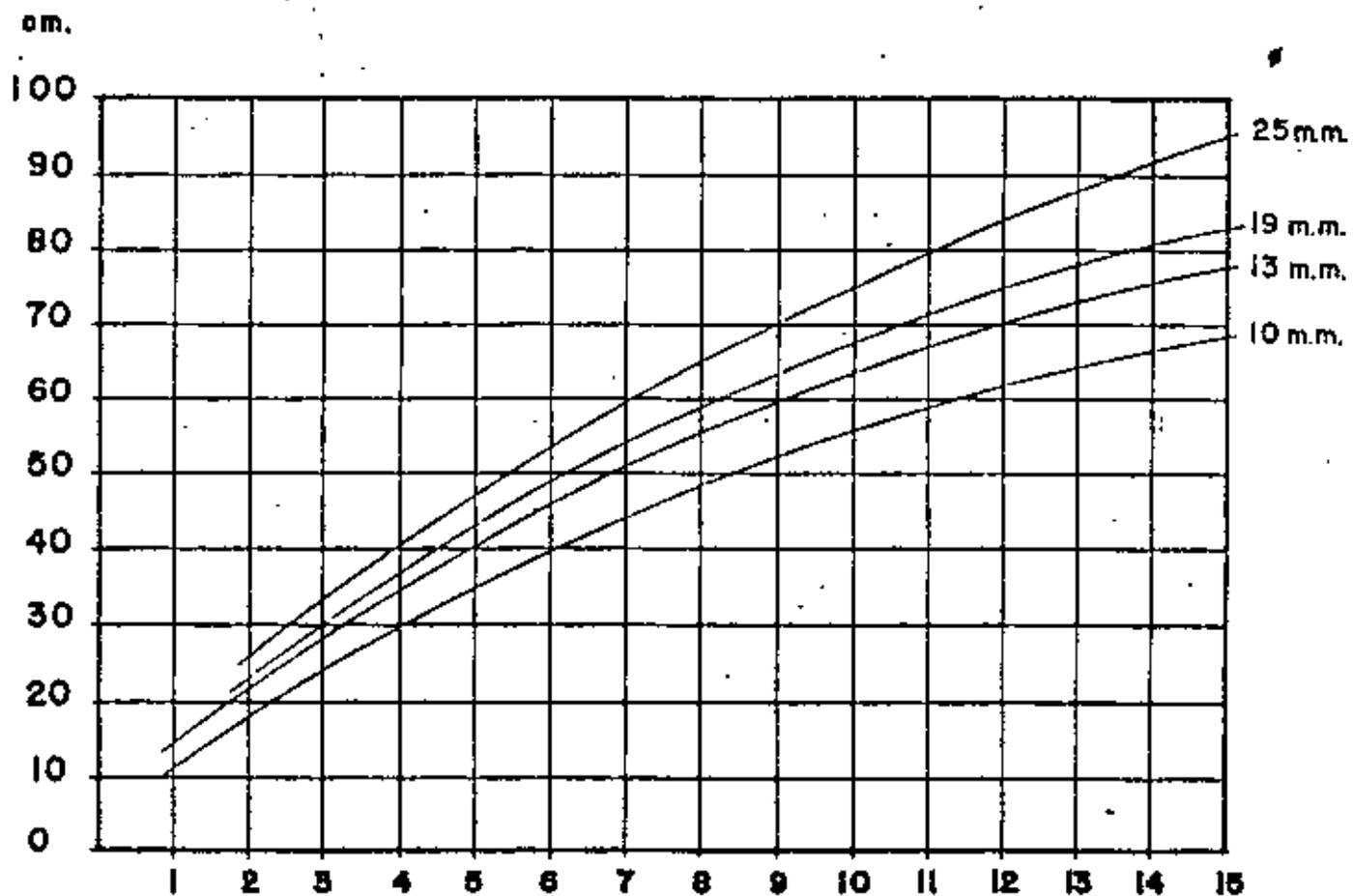
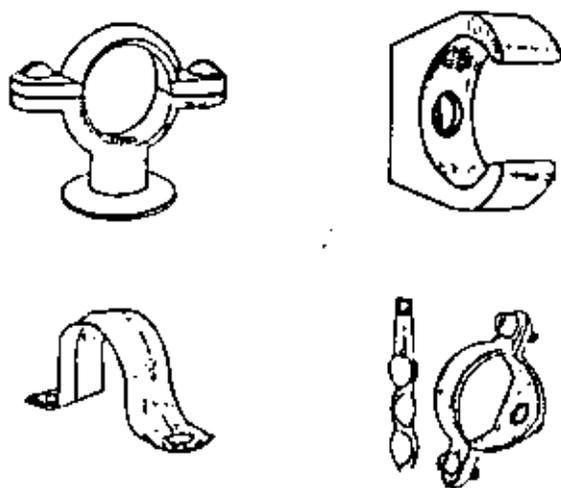
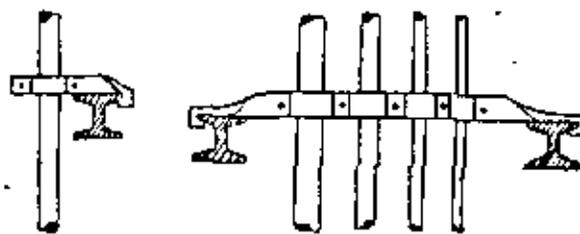
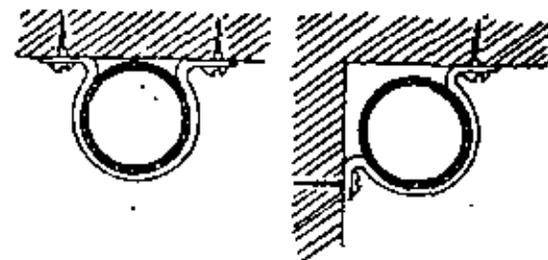


DIAGRAMA QUE DA EL DESARROLLO MINIMO DE LAS LIRAS
EN FUNCION DE LA DILATACION TERMICA A COMPENSAR .



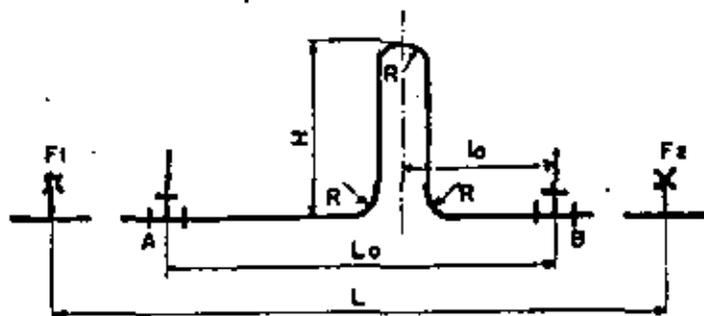


DIFERENTES TIPOS DE ABRAZADERAS EMPLEADAS PARA TUBO DE COBRE

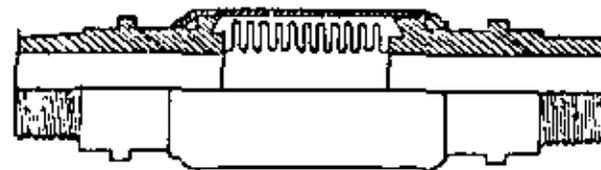


PREPARACION DE SOPORTES PARA TUBOS DE COBRE

EJEMPLO DE LIRA DE DILATACION

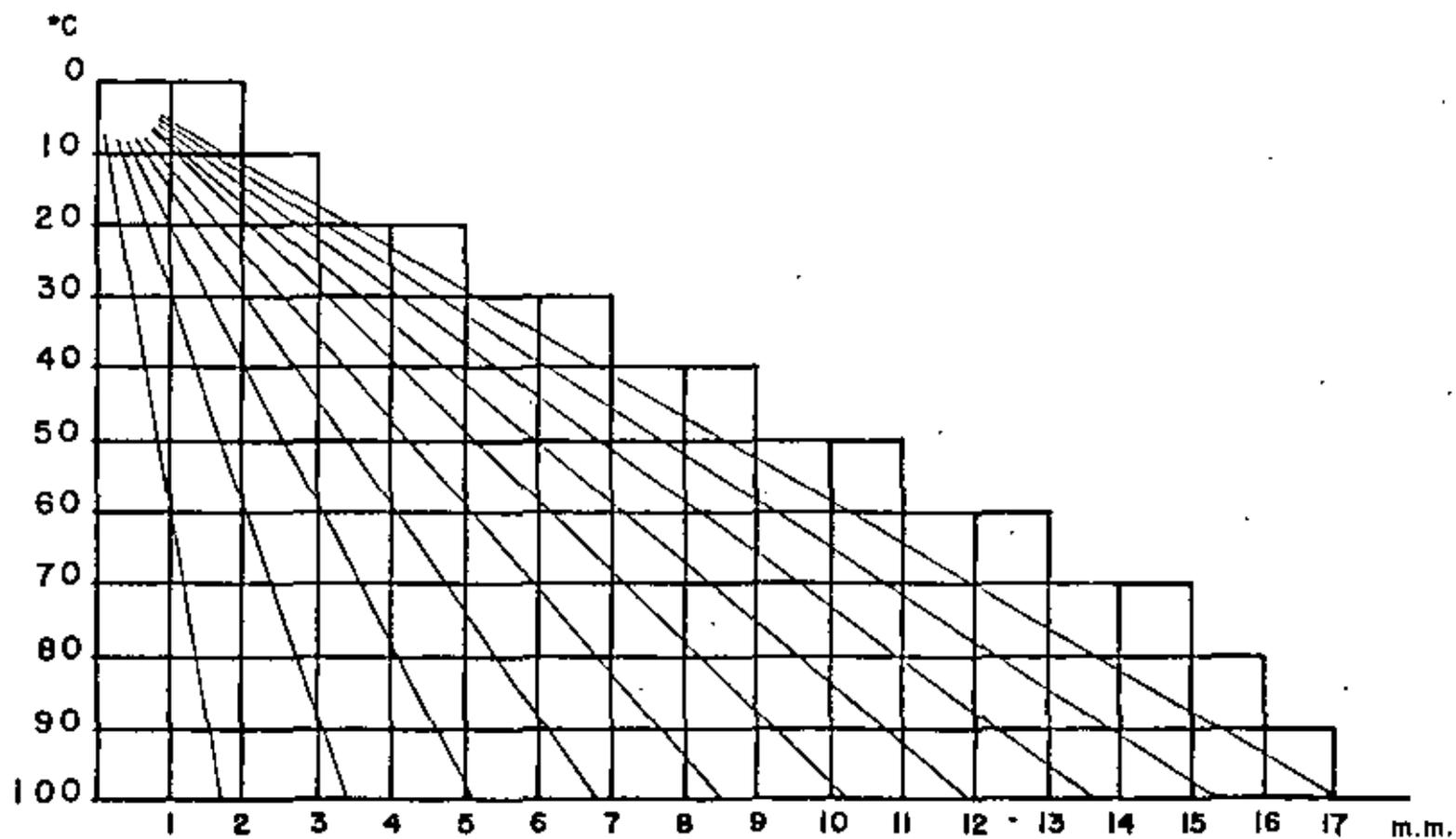


- L = distancia entre los puntos fijos más próximos
- L_0 = distancia entre las derivaciones más próximas
- L_c = distancia a la derivación más próxima
- R = espesor, 2 veces el ϕ exterior del tubo.

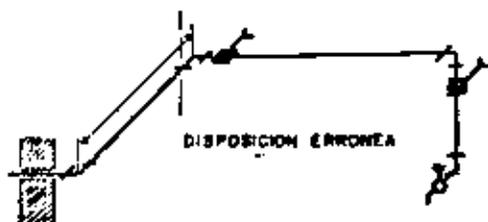


COMPENSADOR DE DILATACION AXIAL (Doc. Rudolph)

DILATACION DE LOS TUBOS DE COBRE EN FUNCION DE LA DIFERENCIA DE TEMPERATURAS.

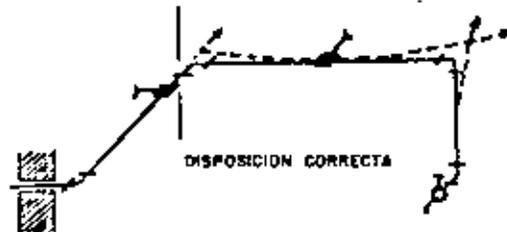


TUB. S DE AGUA CALIENTE NO EMPOTRADAS



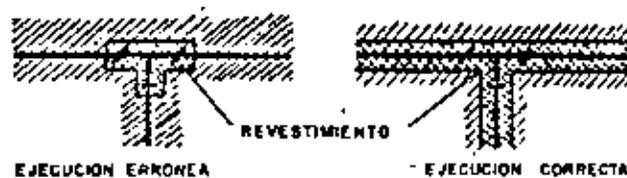
DISPOSICION ERRONEA

— Tuberia a la temperatura ambiente
 - - - - Tuberias dilatadas por efectos del calor (la dilatacion representada está exagerada)



DISPOSICION CORRECTA

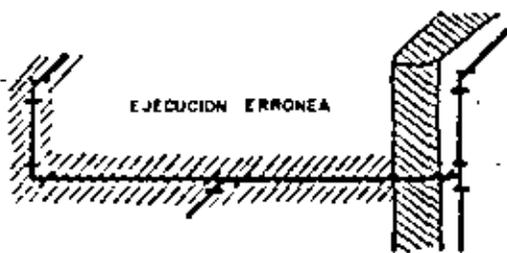
TUBERIAS DE AGUA CALIENTE EMPOTRADA



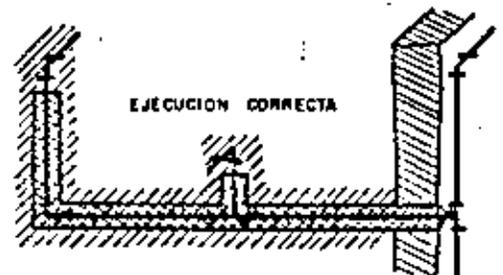
EJECUCION ERRONEA

EJECUCION CORRECTA

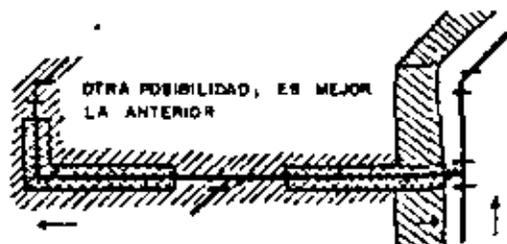
DERIVACION DE AGUA CALIENTE EMPOTRADA



EJECUCION ERRONEA



EJECUCION CORRECTA



OTRA POSIBILIDAD, ES MEJOR LA ANTERIOR

COLUMNA ASCENDENTE DE UNA INSTALACION PARA AGUA CALIENTE EN UNA CASA DE CUATRO PISOS.

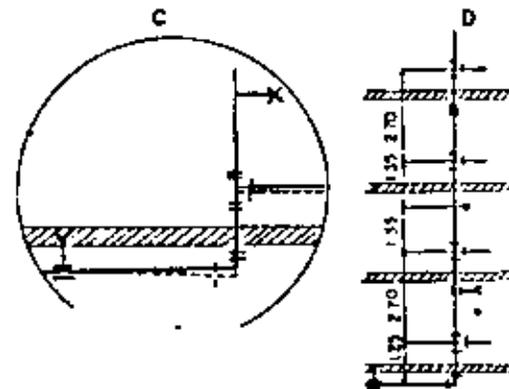
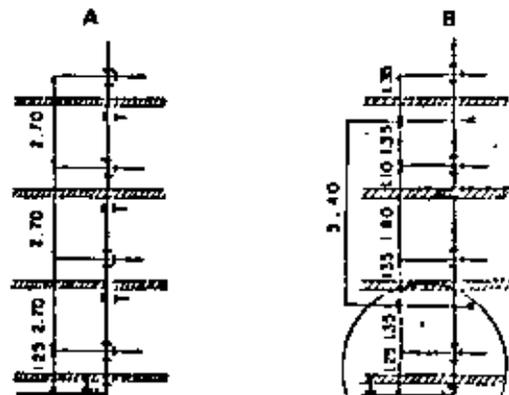
(A) EJECUCION ERRONEA

(B) EJECUCION CORRECTA

(C) DETALLE DE LA PARTE INFERIOR DE LA COLUMNA ASCENDENTE, EJECUCION (B) (la dilatacion se ha representado todo exagerada)

(D) OTRA POSIBLE SOLUCION, ES PREFERIBLE LA SOLUCION (B)

— Tuberias a la temperatura ambiente
 - - - - Tuberias dilatadas por efectos del calor





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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

COMPLEMENTO DEL TEMA "MANTENIMIENTO ELECTRICO"

ING. ANDRES CHAVEZ SANUDO

AGOSTO, 1983

3.3.- RECOMENDACIONES PARA EL MANTE

MANTENIMIENTO DE TABLEROS EN BAJA TENSION

Por lo general, estos tableros están integrados con los siguientes componentes:

- Interruptores en arco tipo electromagnético.
- Interruptores en caja moldeada tipo termomagnético.
- Barras colectoras y aisladores soporte.
- Envolvente de lámina de acero.

Estos tableros requieren mantenimiento ligero cada 6 meses (limpieza, inspección, hacer operar los dispositivos) y mantenimiento mayor cada 2 o 3 años.

El mantenimiento mayor requiere hacer pruebas de operación a los interruptores; en el caso de los interruptores electromagnéticos esto se logra mediante la inyección de corriente secundaria a los relés de protección, de manera tal que el interruptor pueda ser disparado de acuerdo a las diferentes magnitudes de

Orientación y tiempo correspondiente a los ajustes del rotor.

Para el caso de los interruptores termomagnéticos, la única forma de probarlos es inyectando corrientes variables polo por polo y hacerlos operar para seguir su curva de disparo; existen dispositivos de campo para este trabajo, aunque son sumamente escasos en el país y conviene dirigirse para ello a los fabricantes de termomagnéticos.

La metodología de limpieza es la misma que la recomendada para el fusible de alta tensión y el apriete de la diversa herramienta es también una rutina típica.

Es importante también verificar tanto en los bornes como en los interruptores los sistemas de contacto con el DUCTIL (microsistemas).

Se deben inspeccionar los cables de salida de los alimentadores, sobre todo en los puntos de conexión a los interruptores termomagnéticos, que es donde generalmente se rompen los cables o se desoldan los contactos firmes.

El cableado en sí debe verificarse en cuanto a fractura en los empalmes o deterioración de

Es necesario revisar los contactos en cuanto a
 desgaste, alineación y si están planificados, los contactos
 móviles deben hacer contacto dentro de una tolerancia de
 $1/16"$, lo que significa que una vez efectuado el
 primer contacto, el contacto móvil nunca debería
 estar separado más de $1/16"$. La superficie
 de contacto debe ser mayor al 90%.

Revisa el ajuste normal de los contactos
 y el "sobreajuste" de los mismos. Lubrique el
 mecanismo de acuerdo a recomendaciones del fabricante.

Para remover el óxido y la grasa vieja usa
 solventes a base de petróleo o acetona y trapo
 seco y limpio sin pelusas.

3.4- RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE CENTROS DE CONTROL DE MOTORES

Basicamente estos tableros consisten

en:

- a) Unidades removibles compuestas por
 - Arrancador para motor
 - Interruptor termomagnético
 - Luce indicadores
 - Botones de arranque y paro
 - Fusibles y transformador de control
 - Contactos móviles de enlace a barras colectoras.
- b) Barras colectoras, aisladores, soportes
- c) Envolvente metálica, soportes, puertos y tapas.

Mantenga los Centros de Control de motores limpios y secos

Pocos centros de motores operan en ambientes limpios y secos. El aceite y la humedad siempre están presentes tanto en forma líquida como en la de vapor. El polvo, las poleras son otro tipo de contaminantes; todos ellos crean un trabajo de mantenimiento pesado.

Las acumulaciones de polvo y suciedad deben ser removidas regularmente mediante aspiradora y soplando con aire seco; esto no debe ser muy enérgico de manera que algunas partículas fibrosas puedan insertarse en los ensamblajes. Un cuidado especial se requiere cuando se cobra polvo con propulsores magnéticos adherido a partes magnéticas de los contactores (muck). El aceite, el polvo y la humedad serán fácilmente removibles limpiando las superficies afectadas con trapos secos y sin polvos y solventes.

Donde existe condensación de humedad deben de usarse resistencias calefactoras.

Algunas recomendaciones generales pueden ser:

- 1.- La instalación debe ser probada satisfactoriamente antes de ser aceptada y puesta en operación.
 - 2.- Los aparatos deben de ser accesibles fácilmente para trabajos de inspección y reparación.
 - 3.- Los envoltorios o gabinetes deben de ser diseñados adecuadamente para las condiciones de operación.
- GABINETES A PRESIÓN DE POLVO - LUBRIFICACIÓN, CERRILLAS PAPELADAS, TEXTILES.

- GABINETES A PRESIÓN DE GOTEO O INUNDADA.
- GABINETES PARA ÁREAS PELIGROSAS.
- GABINETES PARA SISTEMAS CORROSIVOS.

4- Tener un stock de partes de repuesto geminas o idénticas.

5- Mantenga los contactos y las conexiones apretados.

Cualquier conexión eléctrica floja causa problemas. Un circuito abierto es muy difícil de encontrar o una conexión que produce calor causa problemas y oxidación; el calor puede disipar los retardos térmicos.

El rebote de los contactos puede causar arcos y a la larga que estos se solden, y a ello contribuye el hecho de que están flojos los mecanismos que los transportan.

6- Reemplace los contactos en pares. Mantenga las presiones correctas.

Cada vez que los contactos crean están sujetos a erosión eléctrica y mecánica, debido al arco y al efecto de choque y sonido mecánico que se da al momento de cerrar.

Lo anterior obliga a un cuidadoso mantenimiento; El material se desgasta, y se pierde la presión de los contactos, y se afecta la capacidad de corriente de los contactos y los contactos se calentarán, se carbonizarán llegando hasta soldarse. De ahí que la presión de los contactos siempre debe de mantenerse within los límites prescritos por el fabricante.

Como una indicación de mantenimiento, con la acción del contactor energizado, y los contactos cerrados, observe el claro que queda entre el contacto móvil y su "stop". El claro no debe ser mayor a $1/64"$, debiendo renovar los contactos cuando este punto se alcance.

SIEMPRE REVISE TAMBIÉN LOS CONTACTOS FIJOS COMO LOS ESTACIONARIOS.

7- Mantenimiento de contactos.

a) Contactos de cobre. Se ha usado por años y diseñado adecuadamente funcionan bien, están sujetos sus superficies a oxidación y requieren frecuente limpieza para evitar este problema.

b) Contactos de plata. No se oxidan y están sujetos a una menor resistencia de contacto, por

lo que requiere poco mantenimiento causado por el uso normal.

c) Composiciones de plata fina y contactos SINTERIZADOS. Estos permiten un alto rango de corriente, con poca temperatura, poca erosión y menor tendencia a soldarse. Se requiere poco mantenimiento de ellos.

8- Otros aspectos del mantenimiento de contactores o arrancadores:

- Lubrique solo lo indicado por el fabricante.
- Mantenga en buen estado las cámaras de extinción del arco, en el caso de que haya. Revíselas y si hay separadores quemados, sustituyalos por otros.
- Revise integridad de aislamiento en el cableado.
- Opere las bobinas al voltaje indicado.
- Verifique si hay bobinas abiertas o cortocircuitadas.
- Revise el cableado magnético, para verificar que no existan rebobos o sueldos en el entablado, lo que

pueda causar que el contacto no cierre bien, arcos y la destrucción de los contactos. Esto puede causar también ruido.

- Tenga cuidado con el estrobocimiento de "hierros" o caminos a tierra no deseados. Esto además de ser peligroso, creará problemas de operación.

3.5.- MANTENIMIENTO DE MOTORES ELECTRICOS

Se presenta a continuación un "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MOTORES" preparado por el grupo IPESA.

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE MOTORES

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	CAUSA	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
Motor bloqueado al Arranque		- Presión baja del aceite de lubricación.	Revise el sistema de lubricación, tubería obstruida, fugas, etc.
		- Nivel de aceite bajo en el tanque de almacenamiento de lubricante.	Verificar el nivel en el tanque de almacenamiento del lubricante.
		- Presión y gasto de agua de enfriamiento bajos.	Verificar el sistema de enfriamiento, fugas, obstrucciones de la tubería de enfriamiento y revisión del bombeo de enfriamiento.
		- Protecciones del arrancador bloqueado	Verifique el arrancador, interruptor, protecciones y conexiones.
Sobrecalentamiento de las chumaceras.		- Flecha torcida y/o bombeada.	Verifique la flecha rectifíquese o replácese.
		- Presión o gasto de lubricante bajos.	Revise el sistema de lubricación.
		- Bolsas rotas o pistas cascadas de los baleros.	Reemplácese el bolero defectuoso.

es
pesa

PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE MOTORES

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	CAUSA	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
		- La chumacera trabaja con sobrecarga.	Rectifíquese el alineamiento y revisense los empujes a que está sujeta la chumacera.
		- Viscosidad del aceite	Verifique la viscosidad especificada del aceite de lubricación.
Sobrecalentamiento de las bobinas o devanados		- El motor está sobrecargado.	Revísese las condiciones de operación del motor, voltaje, corriente, potencia, etc. Verifique la línea de suministro del motor.
		- Falla en el aislamiento de los devanados.	Verificar la resistencia del aislamiento.
		- Falla en el sistema de enfriamiento.	Verifíquese el sistema de enfriamiento del motor.
El motor esta sucio.		- Ventilación obstruida, las bobinas del rotor sucias y/o empolvadas.	Un motor limpio funciona con una temperatura de 10 a 30°C menor que uno sucio, por lo que el motor se deberá desarmar y limpiar todas sus partes.
El motor esta mojado o húmedo.		- El motor estaba sujeto a goteo, chorro de agua o inundación.	El motor deberá protegerse adecuadamente y deberá secarse con chorro de aire, en caso de inundación, el motor



PRONTUARIO DE MANTENIMIENTO DE MOTORES

FALLA o DESPERFECTO	ALARMA o DETECTOR	CAUSA	CORRECCION RECOMENDABLE AL DESPERFECTO
			<p>se deberá desarmar y secar en horno o con resistencias eléctricas, verificando el barniz aislante y la resistencia a tierra de los devanados.</p>
		<p>- Ambiente húmedo.</p>	<p>Si el motor se encuentra parado, se deberán conectar las resistencias del rotor para calentarlo y evitar la condensación en los devanados.</p>



3.6.- MANEJO DE SISTEMAS DE ILUMINACION

Se presentan dos trabajos:

a) Capítulo sobre mantenimiento en la Recomendación "INDUSTRIAL LIGHTING" de la I.E.S. (Illuminating Engineering Society of North America); la cual es inclusiva una norma ANSI.

b) Se presenta parte del trabajo de la Tesis "Anteproyecto de la Organización de la Sección de Conservación de las instalaciones eléctricas de la Gerencia de Construcción de la CLFC" del ingeniero Juan Rodríguez García.

3.6. parte a.)

5.- Mantenimiento **TOMADO DEL "INDUSTRY LIGHTING"**
 5.1.- Importancia **DE LA IES (ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY), RECOMENDACION OPICAL NORMA ANSI.**

(a) El mantenimiento regular y programado asegura limpieza y funcionalidad en los luminarios y las superficies del cuarto. Aún a pesar de un mantenimiento adecuado a intervalos apropiados, el nivel de iluminación inicial puede sufrir una pérdida del 25 al 35 por ciento al final del periodo de mantenimiento. El mantenimiento inadecuado o poco frecuente puede reducir el nivel inicial a menos del 50 por ciento. La mayoría de las pérdidas de alumbrado son causadas por (a) la depreciación de lumenes inherentes al envejecimiento de la lámpara; o (b) la acumulación de polvo en los luminarios y las superficies del cuarto el cual es afectado por las condiciones de suciedad en el medio ambiente. Otros factores de pérdida de luz que varían con las industrias y los sistemas de alumbrado diferentes son: temperatura, voltaje, eficiencia del balastro, depreciación permanente de superficies de luminarios. Todos estos factores de pérdida de luz necesitan ser considerados en el cálculo del nivel de iluminación inicial. La determinación imprecisa de los valores de pérdidas de luz puede resultar en niveles menores que los esperados o deseados al final del periodo de mantenimiento.

(b) Un mantenimiento programado sistemático es una ayuda efectiva para la conservación de la energía: el mantenimiento frecuente es económico; la falta de éste es un derroche.

5.2.- Depreciación en los niveles de iluminación.

5.2.1.- Generalidades. Un método para establecer un mantenimiento programado adecuado es comprobar periódicamente el nivel de iluminación con un luxómetro. Para una instalación nueva, las primeras lecturas deben ser tomadas después de 100 horas de uso y repetidas a intervalos apropiados. Para una instalación existente, los luminarios deben ser lavados y se deben instalar lámparas nuevas; de ahí en adelante se debe seguir el mismo procedimiento que para una instalación nueva. Cuando las lecturas hallan disminuido el valor diseñado, es tiempo de mantenimiento. En la figura 25 a se muestran las curvas típicas de luz utilizada contra tiempo. Se deben usar programas de computadora para calcular el intervalo de mantenimiento económico óptimo.

5.2.2.- Depreciación por suciedad es el luminario (LDD). La acumulación de suciedad en las superficie reflectora del luminario, lámpara, lentes o medio difusor disminuye la potencia de salida total.

5.2.3.- Depreciación de los lúmenes de lámpara (LLD). La disminución de los lúmenes de salida es inherente a las fuentes de luz eléctrica. Se puede obtener información detallada en el manual de alumbrado de la IES o en los datos del fabricante de lámparas.

5.2.4.- Depreciación por suciedad en la superficie del cuarto (RSDD). La utilización del alumbrado empeora a medida que los depósitos de suciedad reducen las reflectancias de la superficie del cuarto. Los sistemas de filtrado y limpieza del aire reduce la relación de depreciación. La suciedad en la parte superior de las paredes y las superficies del techo es más perjudicial para los sistemas indirecto o semi-indirecto y, también, frecuentemente no se notan las pérdidas a menos que lleguen a ser excesivas.

5.3.- Acceso al equipo.

Debe existir un acceso práctico a todos los luminarios, especialmente donde la altura de montaje exceda 12 pies (3.7 metros). Los desconectores con soportes colgantes facilitan el descenso seguro de luminarios para servicio. Las escaleras de extensión, andamios, plataformas portátiles, etc., son ayudas obvias. Frecuentemente, se les puede dar mantenimiento a los luminarios desde una grúa. Algunas instalaciones al-

tas y grandes tienen rieles especiales y carros para el mantenimiento de luminarios.

- 5.4.- Acumulación de polvo. El diseño del luminario influye en la cantidad de suciedad acumulada y la facilidad de limpieza. Los luminarios abiertos o tipo rejilla no tienen superficies inferiores en las cuales se puede acumular el polvo.

Los luminarios tipo cerrado, resistentes al polvo o con filtro reducen la cantidad de suciedad acumulada en las lámparas y superficies reflectoras; sin embargo, se debe tener cuidado cuando se cambien las lámparas para asegurar un sellado adecuado (un defecto pequeño en el sello permitirá la entrada de polvo al luminario). Las pruebas de servicio indican que se acumula menos polvo en unidades con aberturas de ventilación en la parte baja; el movimiento de aire hacia arriba tiende a despegar la suciedad

5.5.- Limpieza

- 5.5.1.- Generalidades.- La limpieza reduce el costo de luz y energía. El tipo de contaminante, la eficiencia de los sistemas de filtrado del aire, la cantidad de tránsito y otras variables determina la frecuencia de limpieza. Se justifica el lavado semianual en muchos lugares; en áreas más sucias la limpieza debe ser más frecuente. Es necesario determinar cada

programa de limpieza en forma particular. un programa de limpieza adecuado puede ayudar a restaurar el nivel de iluminación de un 25% a un 30% de los luminarios. Existe una amplia variedad de equipo mecanizado utilizado para limpieza de componentes de luminarios; algunos son construidos de acuerdo a necesidades particulares. Cada máquina es usualmente diseñada para manejar ciertos tipos de material y es económica cuando se limpian grandes cantidades de luminarios. Ciertas partes de los luminarios tales como placas y reflectores, etc., pueden no ser removibles y deben ser limpiados en el lugar. Los plásticos deben ser desestatizados (si no se incluyen en la solución de limpieza) y secado con aire (no limpiado) para prevenir la acumulación de carga estática la cual trae la suciedad. Es también recomendable usar guantes limpios para manejar plásticos limpios; el aceite de manos desnudas dejará marcas en el plástico y destruirá la desestatización. Las lámparas que no son reemplazadas deben ser lavadas en cada limpieza.

- 5.5.3.- Superficies del cuarto. La frecuencia de limpieza o pintado de las superficies del cuarto es una función de la cantidad y caracter de la suciedad en la atmósfera. La limpieza de las superficies del cuarto aumenta la utilización del alumbrado.

5.6.- Cambio de lámparas por grupo.- El reemplazamiento de lámparas quemadas o depreciadas seriamente es muy importante para mantener el nivel de alumbrado. Es frecuentemente económico reemplazar lámparas, antes de que fallen: El reemplazamiento de lámparas en grupo es frecuentemente más económico que el individual. El reemplazamiento de lamparas depreciadas por nuevas contribuye a aumentar el nivel de iluminación promedio.

- MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las lámparas de un sistema de iluminación - pueden reemplazarse individualmente conforme se vayan fundiendo o en grupo a un determinado tiempo.

Al sistema de mantenimiento de cambiar una a una cuando se funden se le llama reemplazo individual, mientras que el sistema de sustituirlas totalmente se le denomina reemplazo en grupo puede existir un sistema combinado.

El costo por labor del reemplazo en grupo generalmente tiene mayores ventajas que el valor remanente de la depreciación de las lámparas que pueden durar más.

La práctica del reemplazo en grupo se originó en alumbrado público y es ampliamente usada por el ahorro que representa y la disminución de áreas inseguras.

En fábricas, oficinas, comercios y escuelas el reemplazo en grupo se ha desarrollado ampliamente. Muchos ejemplos pueden citarse donde se han reconocido los beneficios económicos, más aún con el aumento de la vida útil de la lámpara y de su eficiencia, se reportan mayores beneficios.

El programa de reemplazo en grupo es adecuado para instalaciones donde se usan lámparas

incandescentes y fluorescentes, no significa que en las instalaciones de lámparas de alta intensidad de descarga no sea conveniente, apesar de que el costo de las lámparas es mayor en proporción al costo de la mano de obra, con relación al sistema fluorescente ha sido difícil implementar el sistema, sin embargo es factible.

PRINCIPALES VENTAJAS.

El reemplazo en grupo ofrece cinco importantes ventajas, de la primera a la tercera son aplicables a cualquier sistema de iluminación, las dos últimas principalmente a lámparas fluorescentes.

1.- REDUCE EL COSTO POR LABOR.

El reemplazo en grupo reduce el costo por labor ya que disminuyen los viajes y tiempo requerido para el cambio individual. El costo por labor con un reemplazo en grupo esta entre 1/5 o 1/10 del costo del cambio individual.

El costo de compra se reduce, ya que se ordena una compra masiva. Los embarques estibados simplifican su manejo.

2.- MANTIENE MAYOR NIVEL DE ILUMINACION.

Todo tipo de lámpara sufre una depreciación lumínica al estar en servicio. El reemplazo

de lámparas antes de que finalice su vida útil no aumenta los costos por consumo de energía y mantiene un mayor nivel lumínico en relación al que se tendría si se reemplazan al final de su vida. Esto significa que el personal tendrá casi las mismas condiciones lumínicas del diseño original.

Para cuando es conveniente mantener niveles de iluminación elevados, por necesidades de productividad o ventas, se pueden acortar los intervalos para efectuar el reemplazo, resultando aceptables económicamente.

3.- DISMINUYE LAS INTERRUPCIONES EN EL TRABAJO.

El reemplazo en grupo se puede realizar durante los días y horas más convenientes, tales como aprovechar los períodos de vacaciones, o fuera de las horas normales de trabajo. En esta forma se disminuyen notablemente las interrupciones debidas al reemplazo individual de lámparas fundidas.

4.- MEJORA LA APARIENCIA

En una instalación de lámparas fluorescentes cuando se sigue el método de reemplazo individual, se llegan a observar algunas lámparas con los extremos ennegrecidos, otras con variación de color y diferencias en brillantez entre lámparas nuevas y viejas, lo que ocasiona un mal aspecto. Sin embargo con el reemplazo en grupo, la apariencia

es uniforme y se evitan además las molestias y distracciones que los flasheos de lámparas en mal estado producen.

5.- MENOR COSTO POR MANTENIMIENTO

Al final de la vida de la lámpara fluorescente pueden ocurrir condiciones anormales de operación que pueden dañar a los balastos. Esto se evita reemplazando las lámparas antes de que lleguen al final de su vida y no se afecta la vida útil del balastro.

COMO OPERAR EL REEMPLAZO EN GRUPO

Una manera práctica de saber cuando debe realizarse el reemplazo en grupo, es a través del número de lámparas que se encuentran fuera de servicio en la instalación, ya que es un indicativo del número de horas de servicio de la lámpara.

En la figura 3.3 se muestra el porcentaje de lámpara fluorescentes que sobreviven en cierto número de horas. Después del 80% de vida, el porcentaje de lámparas muertas se incrementa rápidamente.

La figura 3.4 muestra la curva típica de mortalidad para lámparas incandescentes y en la figura 3.5 la curva de mortalidad para lámparas de vapor de mercurio de 100 a 1000 Watts.

132

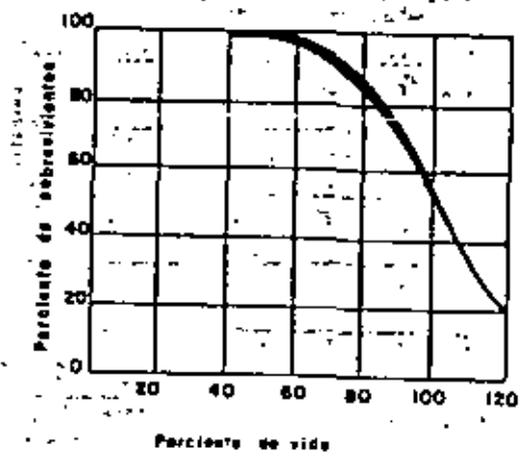


Fig. 3.3. Curva típica de mortalidad para lámpara fluorescentes.

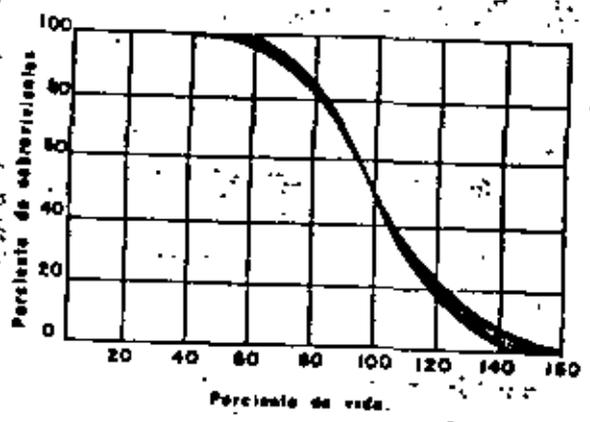


Fig. 3.4.A. - Curva típica de mortalidad para lámparas incandescentes.

133

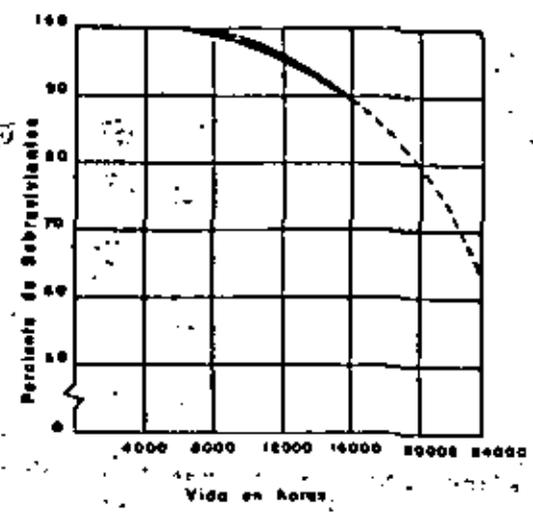


Fig. 3.5. - Curva típica de mortalidad para lámparas de vapor de mercurio de 100 a 1000 W.

DOS SISTEMAS BASICOS PARA EL REEMPLAZO EN GRUPO.

El método de curva de mortalidad determina el intervalo que se puede emplear, teniendo dos sistemas básicos:

- 1.- Reemplazo en grupo sin cambio intermedio.
- 2.- Reemplazo en grupo con cambio intermedio utilizando lámparas usadas.

Sistema N.º 1. Este sistema es simple aplicable para grandes áreas, donde cada punto recibe iluminación de varias lámparas y donde la apariencia no es importante.

Este sistema no debe ser empleado cuando se tenga equipo con balastro de arranque instantáneo o con arranque por precalentamiento, ya que se reduce considerablemente la vida útil del balastro debido al sobrecalentamiento que se produce al estar operando en condición de no lámpara.

No se realiza ningún reemplazo individual hasta que se llegue al punto óptimo de reemplazo en grupo. Por ejemplo: Cuando se tienen 10 lámparas fundidas en una instalación de 100, esto nos indica que han alcanzado el 70% de su vida, por lo tanto deberán cambiarse todas. La mayor ventaja es que el costo por labor es por una sola vez ya que no hay cambios individuales o intermedios. Este sistema está limitado para -- instalaciones de lámparas fluorescentes con intervalos para el reemplazo no mayores al 70% de la vida útil de la lámpara, ya que se reducirá notablemente el nivel lumínico. No es recomendable para sistemas incandescentes, ya que bajaría notablemente el nivel lumínico en una área específica. No debe emplearse en áreas de ventas ya que afecta la apariencia.

Sistema No. 2. El sistema basado en el empleo de la curva de mortalidad puede ser más favorable, ya que el reemplazo en grupo con cambio intermedio mantiene fijo el nivel luminoso. Se emplea cuando haya transcurrido el 80% de la vida útil y hay un --

20% de lámparas sobrevivientes, estas se utilizan para el reemplazo intermedio antes del siguiente reemplazo en grupo.

Se deberá efectuar una limpieza a luminarios, tubos y controlentes.

Las lámparas fundidas se reemplazan de el sobrante de lámparas para reemplazo intermedio. Cuando este sobrante se termina, es señal de que el siguiente reemplazo grupal es necesario.

En una instalación donde se emplean lámparas de encendido por precalentamiento deberá tenerse cuidado de reemplazar inmediatamente las lámparas fundidas ya que pueden dañarse los arrancadores y los balastros -- al estar operando en condición de no lámpara.

SELECCION DIRECTA DEL INTERVALO

Usando la curva de mortalidad y cualquiera de los dos sistemas de reemplazo en grupo, el intervalo puede escogerse entre los puntos 50% y 80% de vida para las lámparas incandescentes.

Para períodos tan cortos como del 50%, el sistema puede volverlo antieconómico y para períodos más allá del 80%, no es posible tener lámparas suficientes para el reemplazo intermedio, así que deberán usarse lámparas nuevas.

Esto también se cumple para lámparas incandescentes después del 85% de vida.

Cuando el reemplazo en grupo se efectúa -- con grandes intervalos, los costos por labor del reemplazo intermedio son altos, es to incrementa el costo total del reemplazo hasta el grado que podrían emplearse inter valos más allá del límite recomendable.

En instalaciones de lámparas fluorescentes donde no se realicen reemplazos intermedios el intervalo no deberá exceder el 70% de su vida útil, lo que permitirá una pequeña pérdida del nivel luminoso, antes de que se efectúe el recambio. Este sistema sin reemplazo intermedio es recomendable en -- pliarlo con intervalos de recambio entre el 50% y 70% de vida útil y no es aplica-- ble para instalaciones en donde se encuen-- tren lámparas fluorescentes de encendido -- por precalentamiento o encendido instantá-- neo.

TIEMPO DE INTERVALO

El intervalo ideal para el reemplazo en -- grupo deberá ser el punto de más bajo costo anual por pie-candela. En muchos casos es-- te intervalo puede ser menor del 50% de vi-- da útil de la lámpara, intervalos arriba -- del 80% de vida tienden a dar un costo me-- nor de labor y de lámparas, intervalos cor-- tos minimizan interrupciones de trabajo, -- mejoran apariencia y resulta un mantenimien

to adecuado del nivel de iluminación.

En la práctica el intervalo seleccionado -- es usualmente un balance entre el costo más bajo por pie-candela y el costo más bajo de mantenimiento.

El periodo de tiempo que debe transcurrir para efectuar el reemplazo en grupo, es tam bién un factor importante. Intervalos para lámparas fluorescentes:

1.- PLANTAS INDUSTRIALES Y EDIFICIOS DE -- OFICINAS.

Con un solo turno de trabajo, se utiliza el alumbrado de 2500 a 3000 horas aproximada-- mente al año. En este caso el reemplazo se -- ría conveniente efectuarlo cada 2, 3 ó 4 -- años.

2.- Areas comerciales y empresas con dos -- turnos de trabajo, se emplea la iluminación de 6500 a 7500 horas por año.

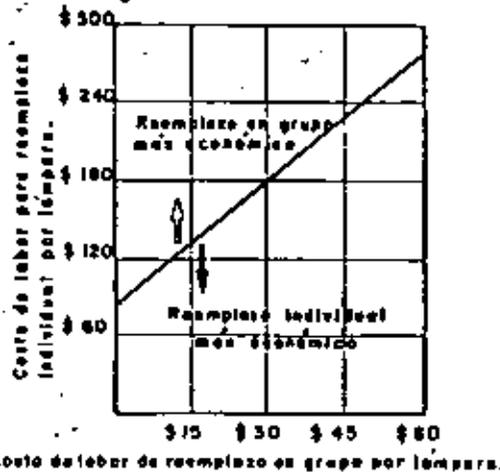
El reemplazo será una vez por año.

PARA LAMPARAS INCANDESCENTES

En la Fig. 3.6 se muestra la gráfica para-- el reemplazo económico en sistemas de lám-- paras incandescentes de 500 watts, las lám-- paras de 200 a 1000 watts tienen un rango económico similar, la única variante es el costo de la lámpara.

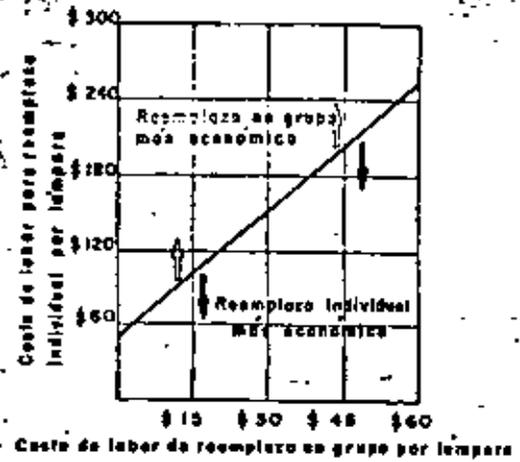
El plan o programa de reemplazo en grupo con cambio intermedio a intervalos del 75-85 % del promedio de vida, debe considerarse que tengan que cambiarse algunas lámparas en los intermedios entre cada reemplazo en grupo, ya que los intervalos son demasiado distantes y el área que resulta afectada no tendrá la iluminación adecuada.

El reemplazo en grupo de lámparas incandescentes en algunas ocasiones implica altos costos por labor, comparados con instalaciones comunes de alumbrado fluorescente. Esto es debido a que la altura de montaje es grande y el luminario es difícil de alcanzar en naves industriales, almacenes y tiendas, sin embargo en instalaciones en donde sea accesible el equipo, el costo del reemplazo en grupo puede ser muy bajo. Esta amplitud del rango de costos ha sido considerada en la fig. 3.6



3.6 a Intervalo de reemplazo en grupo al 75% de vida.

Fig. 3.6.- (a y b) Lámparas incandescentes de 500 w. reemplazo intermedio realizado con lámparas sobrevivientes del reemplazo en grupo. Basado en un costo de \$ 204.00



3.6 b Intervalo de reemplazo en grupo al 85% de vida.

Para usos generales donde se emplean lámparas incandescentes, los intervalos de reemplazo en grupo serán cortos, ya que el porcentaje de vida es más corto.

Estos intervalos son:

- 1.- Para empresas con un solo turno de trabajo, el reemplazo será 3 ó 3 1/2 meses.
- 2.- Para empresas con dos turnos de trabajo, el reemplazo será de 2 a 2 1/2 meses.
- 3.- Para empresas con tres turnos de trabajo el reemplazo será cada seis semanas.

En áreas donde se emplean reflectores incandescentes para iluminación general el intervalo para el reemplazo será del doble -

142

del tiempo, ya que la vida útil es de 2000 horas aproximadamente.

BENEFICIOS DE LA LIMPIEZA

Un sistema de iluminación que se limpia -- con regularidad ofrece al usuario muchos -- beneficios:

1.- MAYOR NIVEL LUMINICO.

Suciedad y polvo en las lámparas, paredes -- y techo absorben gran cantidad de la luz e -- emitida por los luminarios, aún cuando el -- ambiente sea de relativa limpieza los nive -- les de iluminación pueden incrementarse de -- un 50% al 100% simplemente limpiando lumi -- narios.

2.- REDUCCION DE COSTOS DE MANTENIMIENTO.

Un programa de mantenimiento de sistemas -- de iluminación debe considerar un sistema -- de limpieza a intervalos regulares. Esta -- combinación practicada con los más económi -- cos y eficientes métodos y equipos de lim -- pieza, pueden ahorrar tiempo y materiales -- reduciendo el costo total del mantenimien -- to.

3.- SE MEJORA LA APARIENCIA

Limpiar el equipo de iluminación mejora la -- apariencia general de las áreas de trabajo

141

y de ventas, fomenta una buena administra -- ción, también como resultado, tanto traba -- jadores como compradores o clientes se -- sienten mejor trabajando y comprando.

INTERVALOS DE LIMPIEZA

La selección de intervalos de limpieza pa -- ra sistemas de iluminación depende princi -- palmente del tipo de área de que se trate; -- por ejemplo: una vez cada año puede ser su -- ficiente para áreas de oficina con aire -- acondicionado. Sin embargo, es importante -- realizarlo, ya que aún en oficinas con ai -- re acondicionado el equipo de iluminación -- acumula suciedad, particularmente en pasi -- llos o áreas abiertas.

Para oficinas y escuelas que no tienen ai -- re acondicionado o áreas de ensamble en ge -- neral y tiendas de maquinaria, dos veces -- al año es normalmente lo más adecuado.

Intervalos de limpieza de una vez al mes -- pueden necesitarse en áreas de trabajo muy -- sucias, tales como fundiciones, sin embar -- go una vez a la semana puede ser una obli -- gación en algunas industrias tales como mo -- linos y limpieza con arena.

La apariencia juega un papel importante -- también en la selección de la frecuencia -- de limpieza. Por ejemplo en una área de -- mercado o tienda, los equipos pueden nece --

sitar limpieza únicamente por apariencia.

Necesidades especiales pueden establecer frecuencias de limpieza. También en áreas de preparación de alimentos los equipos deben limpiarse con vapor una vez por semana.

El factor conveniencia puede incluir en el intervalo de limpieza, es cuando sea efectuado el reemplazo en grupo. En tiendas, la limpieza y el reemplazo en grupo tienen que realizarse cuando la tienda está cerrada, tal como en la noche, en días festivos, etc.

Para escuelas dos veces al año pueden ser suficiente y esto puede realizarse en vacaciones de diciembre y vacaciones de verano. En industrias, los paros por vacaciones, cortos períodos etc, pueden ser empleados para la limpieza de luminarios y el reemplazo en grupo.

OPERACION DE LIMPIEZA

El tiempo y labor empleada en la limpieza del sistema de iluminación ha crecido grandemente en los últimos años porque el sistema se ha hecho más complejo. Para el mismo nivel de iluminación, por ejemplo, las instalaciones fluorescentes tienen más área por luminario también más accesorios a limpiar que en sistemas de mercurio o incandescentes. En suma más pasos de limpie-

za son necesarios para sistemas fluorescentes:

- 1.- Remover y limpiar rejillas.
- 2.- Remover y limpiar lámparas.
- 3.- Desconectar eléctricamente el luminario.
- 4.- Limpieza interior y exterior del luminario.
- 5.- Remover portálámparas y limpieza
- 6.- Reemplazo de lámparas
- 7.- Reemplazo de Rejillas

El orden en el cual se lleven a cabo los pasos de limpieza variará de acuerdo al tipo de luminario, altura de montaje y equipo de mantenimiento. En suma, cuando un hombre efectúa la operación de limpieza es diferente a cuando es realizada para 2 hombres. Sin embargo el método de limpieza desarrollado a cada paso puede ser aplicado en la mayoría de los programas. Algunos de los métodos empleados para 2 hombres en un programa de limpieza se explicará a continuación:

- 1.- Remover y Limpiar Rejillas.

Las Rejillas se colocan generalmente en el piso y se limpian manualmente mientras que otra persona limpia el luminario. Una esponja puede usarse eficientemente para limpiar los cuadros de la rejilla.

Si las rejillas se limpian con suficiente

frecuencia, la operación de limpieza se -- simplifica porque las rejillas no se encuentran muy sucias y podrán limpiarse mediante enjuagues en soluciones.

La solución empleada depende del material de que sean las rejillas, en general detergente regular es suficiente, después de lavar en una solución de detergente y enjuagarlos, deberán dejarse escurrir. Secando mediante una carga electrostática la cual secará la superficie más rápidamente. Limpiar un luminario en un tanque da grandes facilidades de operación.

2.- Remover y limpiar lámparas.

Las lámparas se lavan más fácilmente en el piso, pero pueden ser lavadas en el luminario si el equipo y espacio de trabajo pueden proporcionar seguridad. Una buena técnica de limpieza es utilizar dos esponjas una para lavado y otra para enjuagado. Una pasada en forma descendiente con la esponja de lavado y una pasada con la de enjuagado, sosteniendo el tubo con la mano contraria a la que realiza la operación. Una vez hecha la limpieza tomar un trapo con la mano que haya tenido la esponja de lavado para realizar un secado.

3.- Desconexión eléctrica del luminario.

Por seguridad, el luminario deberá ser des-

conectado eléctricamente, esto puede ser hecho por simple desconexión del circuito eléctrico (apagador), pero esto puede resultar también un bajo nivel de iluminación para trabajar, en lugar de esto, pueda ser recomendable el empleo de aislamiento cubriendo el socket de la lámpara mediante un aislante insertado en el socket de la lámpara.

4.- Limpieza al exterior del luminario.

Grandes cantidades de mugre se encuentran con frecuencia sobre la superficie del luminario. Una gran cantidad de ella puede ser removida cepillandolo. También puede usarse un ventilador si no hay inconveniente en que sea soplado dentro del local. -- Entonces, el resto de la mugre puede lavarse. Frecuentemente se emplea una cubeta con detergente para esta operación de limpieza.

5.- Limpieza en el interior del luminario.

Un pincel ó brocha puede utilizarse para limpiar el polvo y la mugre alrededor del socket se aplica primero detergente, después se enjuaga lo cual es permitido para desalojar la mugre. El reflector puede limpiarse empleando una esponja en cada mano, para lavar y otra para enjuagar.

REEMPLAZO INDIVIDUAL

El reemplazo individual es un procedimiento molesto que daña considerablemente las tareas visuales y disminuye la productividad.

Sin embargo un programa modificado de reemplazo individual, puede emplearse en algunas áreas donde la apariencia y necesidades no son importantes. En estos casos el sistema de iluminación se verifica periódicamente (por ejemplo semanalmente) y las lámparas fundidas se reemplazan. Esto es más eficiente que el reemplazo individual, pero menos económico que el reemplazo en grupo.

El costo del reemplazo individual fue estudiado por ingenieros de diversas plantas industriales y superintendentes de mantenimiento, midieron el tiempo necesario para reemplazar una lámpara desde que se expide el reporte a la oficina de mantenimiento hasta que era reemplazada y el personal regresaba a su oficina. El promedio fue de 32.5 minutos. Considerando este tiempo a un valor de \$ 250.00 por hora, más 50% de costo indirecto el costo por labor de reemplazo fue de \$ 203.12

En un segundo estudio se planteo esta pregunta específica ¿Cuanto cuesta reemplazar una lámpara en su planta?. La respuesta -- promedio fue de \$ 210.00.

146
El costo del reemplazo de una lámpara en la industria, nos lo dará el promedio del resultado de los dos estudios. Básicamente - estos indican que para muchos tipos de lámparas es mayor el costo por labor que el costo de la lámpara.

COSTO DEL REEMPLAZO POR LAMPARA

El reemplazo por lámpara incluye el costo de la lámpara y el costo de la labor requerida para reemplazarla. Cuando la suma es reducida, el costo total de operación del sistema de iluminación es reducido, lo que significa más luz por peso invertido.

Para determinar el ahorro que resulte de la comparación de un sistema de reemplazo en grupo contra el sistema de reemplazo individual es necesario conocer el costo de cada uno y se comparará al reemplazo por lámpara resultante de cada sistema. Deberá notarse que el reemplazo económico también reduce el costo total de la iluminación.

CALCULO DEL COSTO DE CADA SISTEMA

En el sistema de reemplazo individual (una lámpara cada vez) el costo total del reemplazo por lámpara es igual al costo de la lámpara más el costo de labor involucrada. (reporte, atención y regreso al punto de partida).

El costo en un sistema de reemplazo en grupo es igual al costo de la lámpara, más el costo de labor y más el costo del reemplazo individual efectuado durante el intervalo del reemplazo en grupo. Esto dividido entre el % de la lámpara en el momento de efectuar el reemplazo.

Estos costos pueden expresarse por las siguientes fórmulas.

Para reemplazo individual:

$$C = L + S$$

Para reemplazo en grupo con reemplazo intermedio:

$$C = \frac{L + G + (B \times S)}{I}$$

Para reemplazo en grupo sin reemplazo intermedio:

$$C = \frac{L + G}{I}$$

DONDE:

C = Costo total del reemplazo, por lámpara

L = Precio neto de la lámpara.

S = Costo de labor para reemplazo individual.

G = Costo de labor para reemplazo en grupo, por lámpara.

B = % de lámparas apagadas al final del intervalo del reemplazo en grupo.

I = % de la vida promedio de la lámpara en el momento de efectuar el reemplazo colectivo.

MÁS ACERCA DE LABOR.

El costo por labor tiene un rango muy amplio.

Los costos varían dependiendo de la facilidad de acceso, a los luminarios, labor directa costos indirectos y otros factores. La mayor parte del costo en el reemplazo individual es el tiempo de viaje empleado. Debido a la reducción de viajes a un mínimo, el reemplazo grupal reduce el costo por labor.

Los costos por labor del reemplazo en grupo son generalmente entre 1/5 y 1/10 del costo por reemplazo individual.

En muchos casos cuando se limpian los luminarios, los costos por labor. Por lámpara reemplazada pueden reducirse casi a cero. Esto es debido a que el costo de reemplazo de una lámpara es aproximadamente el mismo

150

que el de la limpieza del luminario.

Si se conoce el costo del reemplazo individual, se puede estimar el costo por labor del reemplazo en grupo y fácilmente se puede determinar si el reemplazo en grupo ahorrará dinero.

ANALISIS DE COSTOS

Para lámparas fluorescentes; tomando como ejemplo una instalación de lámparas fluorescentes de 40 watts y considerando que los cambios de lámparas fundidas durante el intervalo del reemplazo en grupo, se efectúa con lámparas sobrevivientes del reemplazo anterior, en la figura 3.7 se muestra el costo por labor del reemplazo individual y en grupo para intervalos de reemplazo al 70 y 80% del promedio de vida de la lámpara. Fig. 3.7 a y b.

Por ejemplo en la gráfica de la figura 3.7 -a. que nos muestra el punto de equilibrio de cuando es más conveniente el reemplazo en grupo contra el reemplazo unitario entrando con un costo de labor por lámpara de reemplazo individual de \$ 180.00, encontramos que el costo de labor por lámpara en el reemplazo en grupo será de \$54.90. De acuerdo con las condiciones establecidas aplicamos las fórmulas:

Para reemplazo individual:
 $C = L + S = 183.00 + 180.00 = 363.00$ por lámpara

151

Para reemplazo en grupo con reemplazo intermedio (La curva de mortalidad muestra que habrá aproximadamente un 9% de lámparas apagadas cuando haya transcurrido el 70% de su vida).

$$C = \frac{L + G + (S \times S)}{X}$$

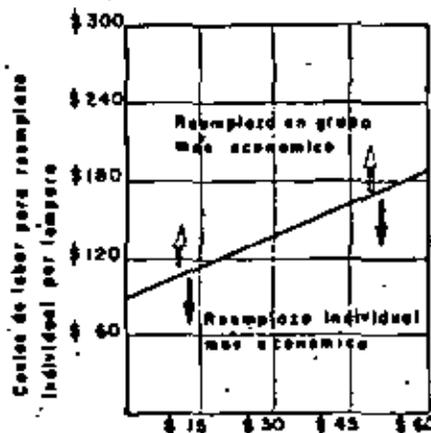
Substituyendo valores.

$$C = \frac{183.00 + 54.90 + (.09 \times 180)}{0.70} = 363.00 \text{ por lámpara.}$$

Aún cuando el costo en este caso es igual, los beneficios de funcionamiento de la iluminación que se obtienen con el reemplazo en grupo, hacen que sea la mejor elección. (El precio de \$ 183.00 es considerado como costo neto para una lámpara fluorescente de 40 W. Menores costos de lámpara bajarán la línea de la gráfica, altos costos la subirán).

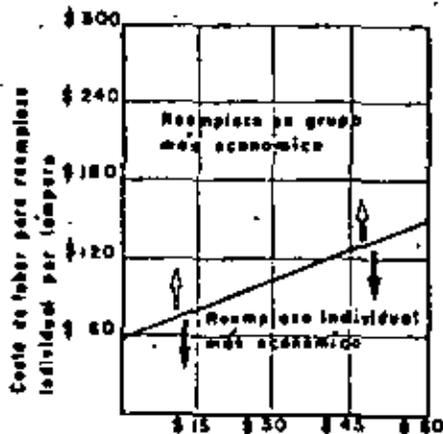
La figura 3.7 muestran cuando el reemplazo en grupo es más económico para lámparas fluorescentes de 40 watts, cuando no hay reemplazo intermedio, figura 3.7 a se aplica para intervalos de reemplazo en grupo - el 60% del promedio de vida, la figura 3.7 b. está dada para intervalos de reemplazo en grupo al 70% del promedio de vida.

(a) Reemplazo en grupo con reemplazo intermedio al 70% de vida.



Costo de labor de reemplazo en grupo por lámpara.

(b) Reemplazo en grupo con reemplazo intermedio al 80% de vida.



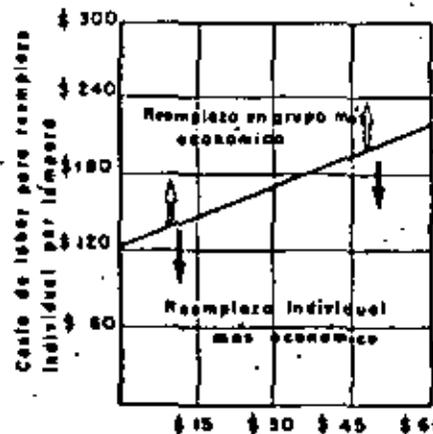
Costo de labor de reemplazo en grupo por lámpara

Fig. 3.7.- Lámparas fluorescentes 40 watts.- Reemplazo intermedio realizado con lámparas sobrevivientes del reemplazo en grupo. Basado en un precio de \$ 183.00 por lámpara.

En general este sistema no debe emplearse con intervalos que excedan el 70% del promedio de vida, ya que los niveles de iluminación pueden disminuir demasiado.

Este método no es recomendable para sistemas de encendido instantáneo o arranque -- por precalentamiento, ya que al fundirse la lámpara y permanecer energizada pueda acortarse la vida del balastro.

(a) Reemplazo en grupo con reemplazo intermedio al 60% de vida.



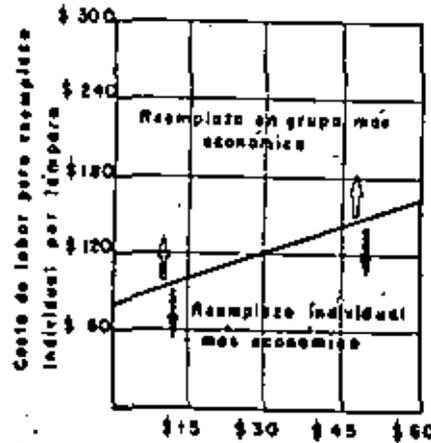
Costo de labor de reemplazo en grupo por lámpara.

Costo de labor por lámpara para reemplazo en grupo

Fig. 3.8.- Lámparas fluorescentes 40 W. sin reemplazo intermedio basado en un precio de \$ 183.00 por lámpara. No recomendable para arranque instantáneo y precalentamiento.

(b) Reemplazo en grupo con reemplazo intermedio al 70% de vida.

154



Costo de labor de reemplazo en grupo por lámpara.

Costo de labor por lámpara para reemplazo en grupo

Fig. 3.3.- Lámparas fluorescentes 40 W. sin reemplazo intermedio basado en un precio de \$ 183.00 por lámpara. No recomendable para arranque instantáneo y precalentamiento.

3.2.7.- CONTROL CONTABLE, COSTOS E INVERSIONES.

La operación y mantenimiento de cualquier servicio requiere de las funciones administrativas de:

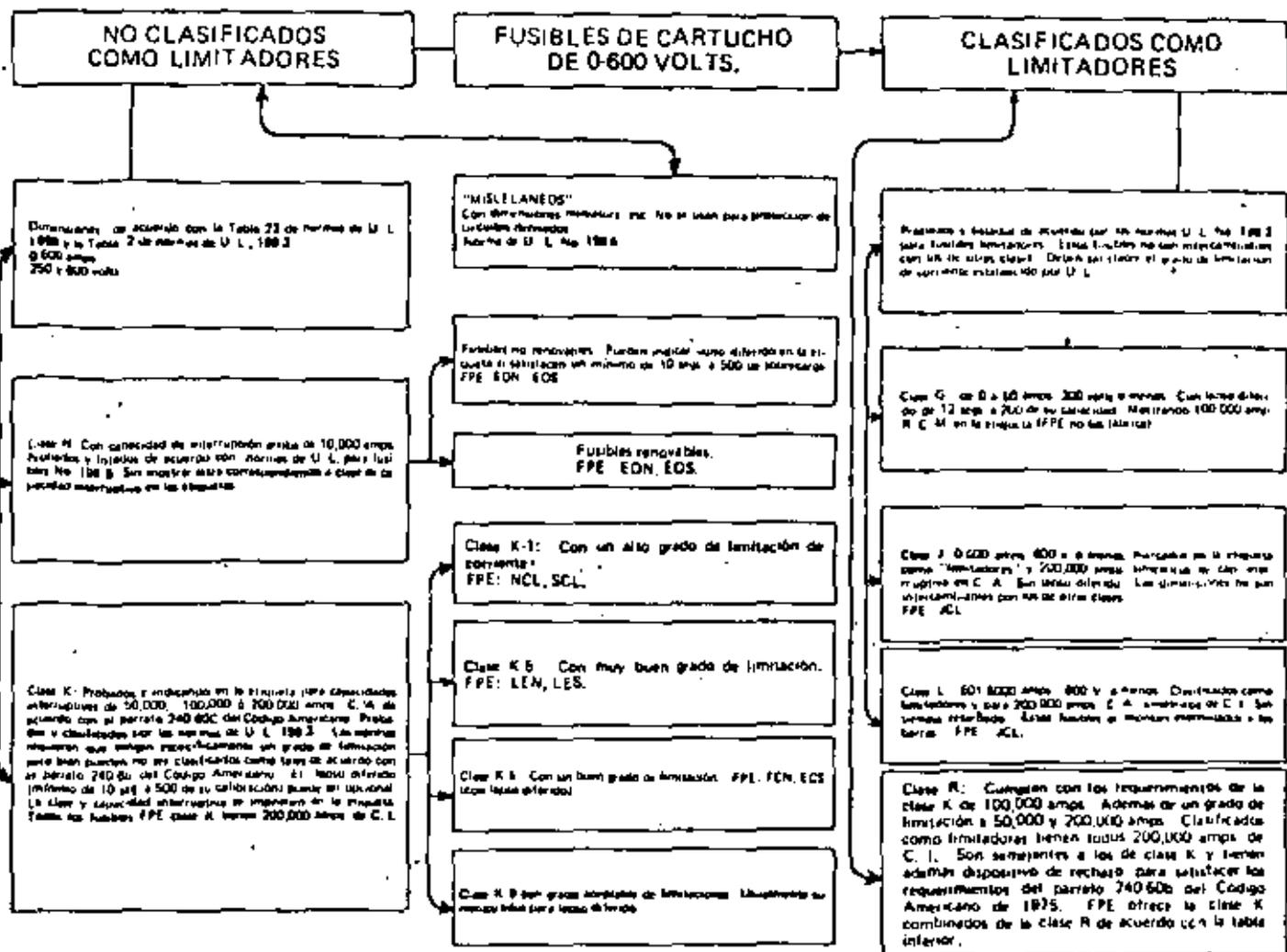
Costos

Control presupuestal

La ejecución de estas funciones debe ser conforme a los principios usuales y reconocidos de oportunidad y confiabilidad.



Clasificación de Fusibles de Cartucho de acuerdo con U.L. INC. de los EE. UU.



CARTA DE SELECCION

MARCA REGISTRADA POR FPE	DESCRIPCION	ECO.	ECONOMY RENOVBLE	ECON	ECON LIMITER	ECONOLIM						ECO	ECON			
		SIMBOLO PARA IDENTIFICACION EN EL CATALOGO														
		EDN	EOS	ERN	ERS	ECN	ECS	LEN	LES	NCL	SCL	JCL	LCL	MCL	MQL	MEN
	CLASE S/U. L.	M	H	H	H	RK5	RK5	RK5	RK5	RR1	RR1	J	L	MISCELANEOS		
CAPACIDAD INTERRUPTIVA	NO SUPERIOR A 10,000 AMPS.	X	X	X	X										X	X
	100,000 A.C.I.													X		
GRADO DE LIMITACION	200,000 A.C.I.					X	X	X	X	X	X	X	X			
	EXCELENTE								X	X	X	X	X			
	MUY BUENO							X	X							
DIMENSIONES	BUENO					X	X									
	13/32 X 1 1/2													X	X	X
	SCODIGGAMERICANO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
TENSION (C.A.)	NO INTERCAMBIABLES DIM S/U. L.										X	X				
	250 V. O MENOS	X		X		X		X		X					X	X
	600 V O MENOS		X		X		X		X		X	X	X	X		
	LAPSO DIFERIDO MINIMO DE 10 Seg. a 500 ms					X	X	X	X							



Econ[®]-Fusibles de Cartucho de Doble Elemento

Con retardo de precisión y capacidad interruptiva de 200 000 Amp. R.C.M. clasificados por U. L. como clase RK5. Se especifican cuando se requieren fusibles para uso general de alta calidad con alta capacidad interruptiva, excelente grado de limitación, tiempo retardado en sobrecargas fácil coordinación, y operación a baja temperatura.

CLASE
1330

Fusibles de Baja Tensión DOBLE ELEMENTO

CLASES
1300
A
1399

CALIBRACIONES EN AMPS.	250 VOLTS		600 VOLTS	
	No. de Catálogo	Cant. en c/ caja	No. de Catálogo	Cant. en c/ caja
.1, .15, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 1, 1.125, 1.25, 1.4, 1.6 3.2, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.6, 6.25 7, 8, 9, 10, 12, 15, 17.5, 20 25, 30	"ECN"		"ECS"	10
35, 40, 45, 50, 60	seguido de la calibración en amperes	10	seguido de la calibración en amperes	10
70, 80, 90, 100		5		5
110, 125, 150, 175, 200		1		1
225, 250, 300, 350, 400		1		1
450, 500, 600		1		1

Econ-Limiter[™]-Fusibles Limitadores de Energía con Retardo

Clasificados por U. L. como clase RK5. Con 200 000 amps. de C.I. y extremadamente bajos, 12T y pico de corriente de fuga. Son similares a los listados arriba pero tienen un mejor grado de limitación para efectos de coordinación.

CLASE
1315

CALIBRACIONES EN AMPS.	250 VOLTS		600 VOLTS	
	No. de Catálogo	Cant. en c/ caja	No. de Catálogo	Cant. en c/ caja
.1 a 9	Símbolo "LEN" seguido por la corriente en amperes	10	Símbolo "LES" seguido por la corriente en amperes	10
10, 12, 15, 17.5, 25, 30		10		10
35, 40, 45, 50, 60		10		10
70, 80, 90, 100		5		5
125, 150, 175, 200		1		1
225, 250, 300, 350, 400		1		1
450, 500, 600	1	1	1	

Fusibles Miniatura

10.3 X 38 mm (13/32" X 1 1/2") - Capacidades hasta 30 Amps.

Econ[®]

Doble elemento con retardo (250 Volts) con tubo de fibra (MEN) se fabrican con las mismas calibraciones que los fusibles "Econ" listados arriba hasta 30 amps.

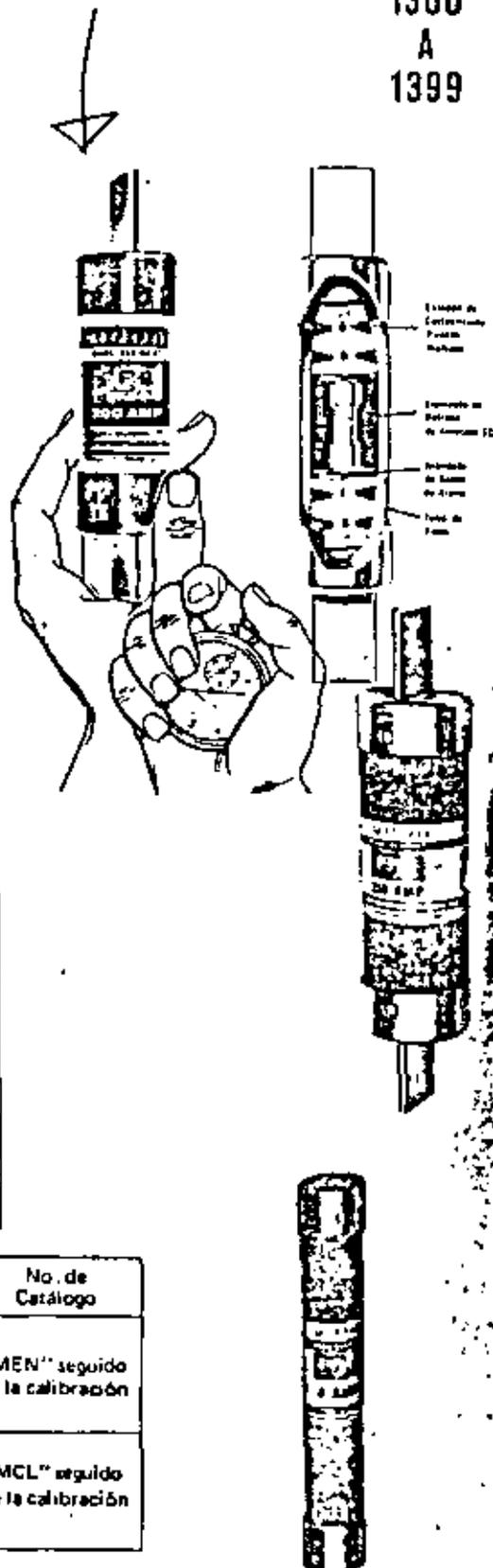
Econlim[®]

Limitadores de corriente (600 Volts), con tubo de melamina, elemento fusible de plata, rellenos con arena de cuarzo. Para circuitos de control y protección de circuitos electrónicos. Se fabrican de 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25 y 30 Amps.

Fusibles de Vidrio Miniatura

6.3 mm X 32 mm o menos (1/4 X 1 1/4)

Para aplicaciones automáticas y protección de circuitos electrónicos



Fusibles de Baja Tensión

LIMITADORES DE CORRIENTE

CLASES
1300
A
1399

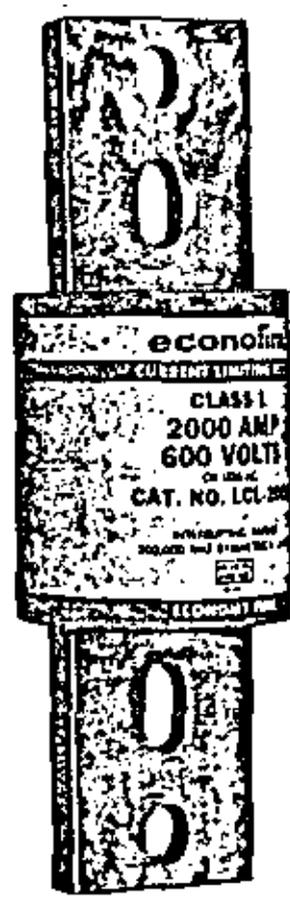
Econolim[®]-Fusibles de Alta Capacidad Interruptiva Limitadores de Corriente y Energía

Los fusibles con marca de fábrica "Econolim" se fabrican con elementos fusibles de plata en tubos de melamina con relleno de arena de cuarzo. Esta línea incluye los tipos JYL y los de dimensiones reducidas MCL clasificados por U. L. Clase RK1. Todos ellos tienen alto grado de limitación de I², así como de pico de corriente de fuga siendo reconocidos por U. L. como los fusibles de baja tensión con más alta capacidad interruptiva.

Econolim[®]-Fusibles de Alta Capacidad Interruptiva RK1

Se usan en donde las corrientes de falla son hasta 200 000 Amps. que requieren disipación muy rápida para limitación del valor de la misma y en donde los portafusibles son de diseño y dimensiones normales. Son ideales para la protección de interruptores termomagnéticos con capacidad interruptiva inadecuada. Estos fusibles satisfacen los requerimientos de U. L. para fusibles limitadores, Clase K-1.

CLASE
1317



CALIBRACIONES EN AMPS.	Estos fusibles cumplen con las normas de U. L. para las clases K-1 y R y son eléctricamente similares a los Clase J, pero pueden montarse en portafusibles normales.		Cantidad en cada caja
	250 Volts	600 Volts	
	No. de Catálogo	No. de Catálogo	
1, 3, 6, 10, 15, 20, 25, 30	"SCL" seguido por la calibración	"NCL" seguido por la calibración	10
35, 40, 45, 50, 60			10
70, 80, 90, 100			2
125, 150, 175, 200			1
225, 250, 300, 350, 400			1
450, 500, 600			1

Econolim[®]-Fusibles Limitadores Clase J

Son aplicables para corrientes de falla hasta 200 000 Amps. para un alto grado de limitación. Para usarse solamente con portafusibles espaciados para Clase J que no aceptan Clases H ó K. Los fusibles Clase J clasificados por U. L. no tienen retardo.

CLASE
1318

CALIBRACIONES EN AMPS.	La separación de los portafusibles es distinta que la de fusibles normales	Cant. en c/ caja
	600 V. o menos	
	No. de Cat.	
1, 3, 6, 10, 15, 20, 25,	"JCL" seguido de la calibración	10
30, 35, 40, 45, 50, 60		10
70, 80, 90, 100		1
125, 150, 175, 200		1
225, 250, 300, 350, 400		1
450, 500, 600		1

Econolim[®]-Fusibles Limitadores Clase L

Se usan en instalaciones con corrientes de falla hasta 200 000 Amps. para montarse en grandes interruptores o en tableros. Son ideales para protección de grandes interruptores que pudieran no tener la capacidad interruptiva adecuada.

CLASE
1319

Calibración en Amps.	No. de Cat.	Cant. en c/ Caja
600	LCL600	1
800	LCL800	1
1200	LCL1200	1
1600	LCL1600	1
2000	LCL2000	1
2500	LCL2500	1
3000	LCL3000	1
4000	LCL4000	1
5000	* LCL5000	1
6000	* LCL6000	1

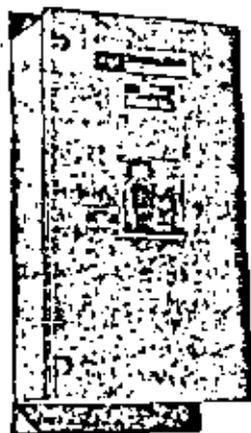
CLASE Econolim[®] Para protección de rectificadores.
1312 Fusibles Se fabrican en tensiones de 130, Tipo RF 250, 600 y 600 Volts.

CLASE Econolim[®] Disponibles para usarse en cables limitadores 4 AWG a 750 MCM.
1314 Para Cables

* Para 4000-6000 amperes es necesario especificar si se requieren 400 Ags.
* Se dispone de otras calibraciones bajo especificación.

Interruptores FPE construidos en gabinetes según normas de NEMA.

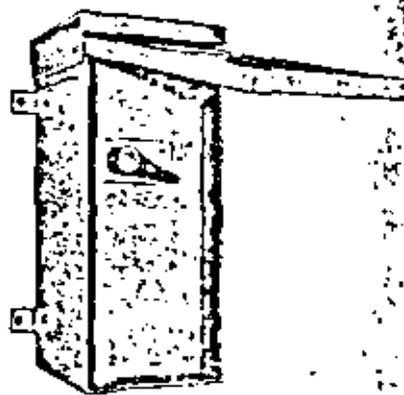
- NEMA TIPO 1** USO INTERIOR, SERVICIO: USOS GENERALES.- Se construyen primordialmente para evitar el contacto accidental con el equipo que encierran, su instalación deberá efectuarse en áreas en las que las condiciones de servicio son normales. Se terminan mediante cobertura epóxica aplicada posteriormente a proceso de fosfatización.
- NEMA TIPO 2** SON PARA USO INTERIOR A PRUEBA DE GOTEO.- Se construyen con protección contra goteo de líquidos no corrosivos e impurezas. Están provistos de dispositivo de drenaje que evita que el líquido que pudiera entrar en el gabinete toque partes vivas del equipo. Se terminan mediante cobertura epóxica aplicada posteriormente al proceso de fosfatización.
- NEMA TIPO 3R** PARA USOS AL EXTERIOR con protección contra lluvia para el equipo que encierran. Están provistos de medios acopladores soldados que deben ser con conexión hermética para los conduits, cuando éstos se especifiquen para colocación arriba del punto más bajo del interruptor que encierran. Como en los tipos anteriores se terminan con recubrimiento epóxico aplicado después de fosfatización.
- NEMA TIPO 7, 8, 9 Y 10** PARA INSTALACION EN LUGARES PELIGROSOS.- Instalados al interior o al exterior, en donde existan mezclas de gases combustibles, gasolina, acetona, benzol o polvos explosivos.
- NEMA TIPO 12** PARA INSTALACION INTERIOR y con protección para los interruptores contra fibras volátiles, peluza, polvo o impurezas, salpicaduras ligeras y filtraciones, así como goteo de condensaciones de líquidos o corrosivos.



Características que se ofrecen a la industria por primera vez en gabinetes FPE NEMA 1: puede cerrarse con tres candados, tiene operador de manija rotatoria y placa frontal de acero.



Gabinete NEMA 1A y 12. Las aperturas completamente protegidas con juntas para hacer al gabinete totalmente a prueba de polvo.



Los gabinetes NEMA 3R están fabricados de modo que quedan protegidos contra grietas y despermeamiento del esmalte gris horneado protector de la superficie.

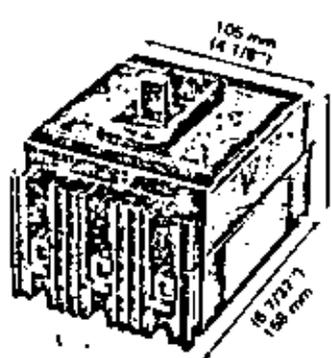


Interruptores Termomagnéticos Tipo Industrial

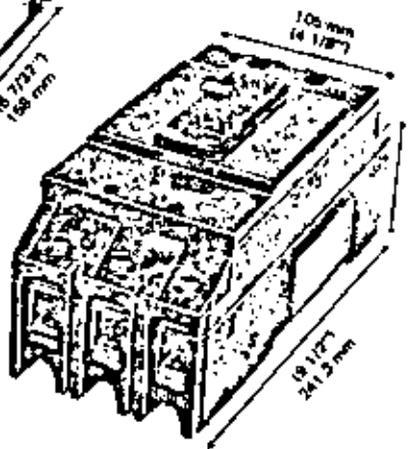
TABLA DE SELECCION

Características de los Interruptores Termomagnéticos FPE

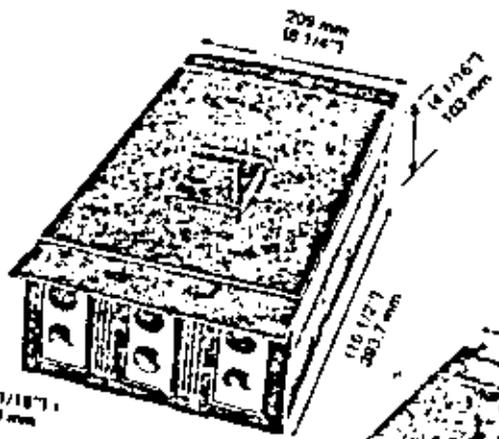
Marco	Rango de ajuste de calibración	TENSION NOMINAL		No. de Polos	CAPACIDAD INTERRUPTIVA AMPERES ASIMETRICOS RMC (AMPERES SIMETRICOS RMC) DE ACUERDO CON UNDERWRITERS LABORATORIES INC.				ZAPATAS DE COBRE/ALUMINIO		
		C. A.	C. C.		240V C. A.	480 V C. A.	600 V C. A.	C. D.	Rango	Calibre del Conductor	
										Min.	Max.
NE	15-100	240	125/250	2, 3	20M(18M)	—	—	10M	15-100	No. 14	No. 1/0
NEF	15-100	440	250	1, 2, 3	20M(18M)	15 M(14M)	—	10M	15-100	No. 14	No. 1/0
NFJ	70-225	480	250	2, 3	30M(25M)	25M(22M)	—	10M	70-225	No. 4	300MCM
NJL	70-500	480	250	2, 3	50M(42M)	35M(30M)	25M(22M)	20M	70-275	No. 4	600MCM
									250-300	No. 4	600MCM
									350-500	No. 2/0 No. 4	500 MCM 250 MCM
NM	125-1000	480	250	2, 3	50M(42M)	35M(30M)	25M(22M)	20M	125-350	No. 1	600MCM
									400-600	2- No. 3/0	2- 600MCM
									700-1000	3- 250MCM	3- 500 MCM



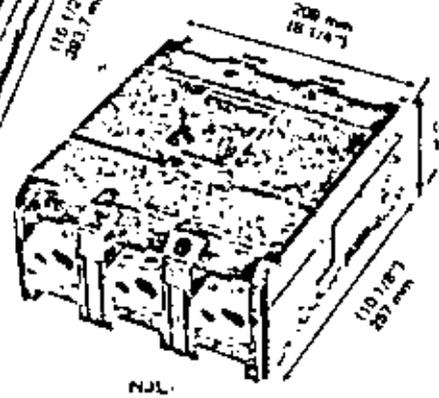
NE NEF



NFJ



NM

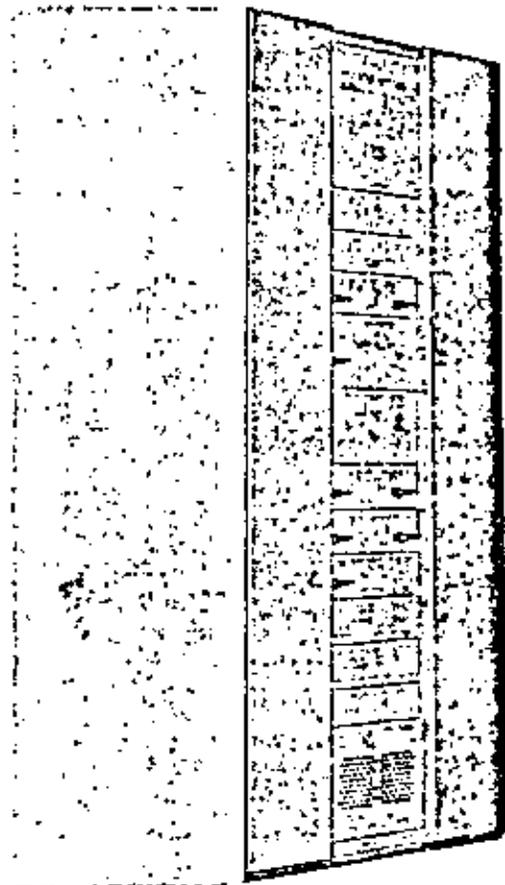
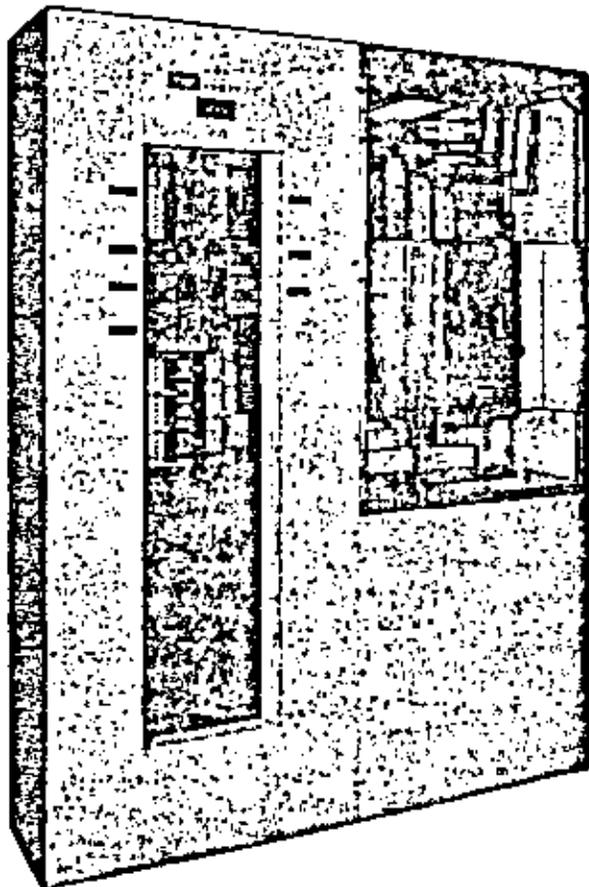


NJL

TABLEROS DE DISTRIBUCION-HCB-

Los tableros de Distribución Federal Pacific Clase I han sido diseñados primordialmente para aplicaciones en servicios de entrada, pero se pueden usar en muchos otros lugares en donde es deseable agrupar equipo eléctrico en un centro de distribución funcional y compacto. Para ahorrar espacio y economizar, los tableros de distribución FPE se pueden fabricar con solo 30 cm. de fondo y están diseñados para montarse sobre el piso en unidades sencillas o múltiples.

Los tableros de distribución FPE tienen estructura rígida formada con canales doblados de lámina de acero. Los soportes interiores, canales de alambreado, cubiertas de forro, etc. van atornillados a la estructura mediante tornillos, tuercas, y retenes especiales que permiten remover, desarmar o cambiar estas partes con facilidad, el número de veces que sea necesario sin alterar la apariencia limpia y el acabado original. El ancho de cada sección es de 965 mm (38") y la altura puede ser de 1867 mm (73.5") ó 2324 (91.5") dependiendo de las dimensiones y del equipo que se incorpore. El diseño modular de estos tableros permite que sean en extremo compactos permitiendo la adaptación gran variedad de arreglos apropiados para la aplicación específica a que se les destina. La accesibilidad de todos los componentes del tablero desde el frente permite su instalación contra muros o divisiones haciéndolos ideales para localizaciones en los que el espacio es crítico.



Tensión	600 volts máx.
Zapatas principales	1200 amperes
Interruptor principal de fusibles	1200 amps

Tensión	600 volts máx.
Zapatas principales	1200 amp
Interruptor principal de fusibles	1200 amp
Interruptor termomagnético principal.	1000 amp
Derivaciones	Interruptores de fusibles QA de 30 a 1200 amperes, 2 y 3 polos.
	Interruptores termomagnéticos desde 15 amperes hasta 1000 1, 2 y 3 polos.
Dimensiones	Altura - 1.50, 1.90 ó 2.30 m
	Ancho - 90 cm. cada sección
	Fondo - 30 cm.

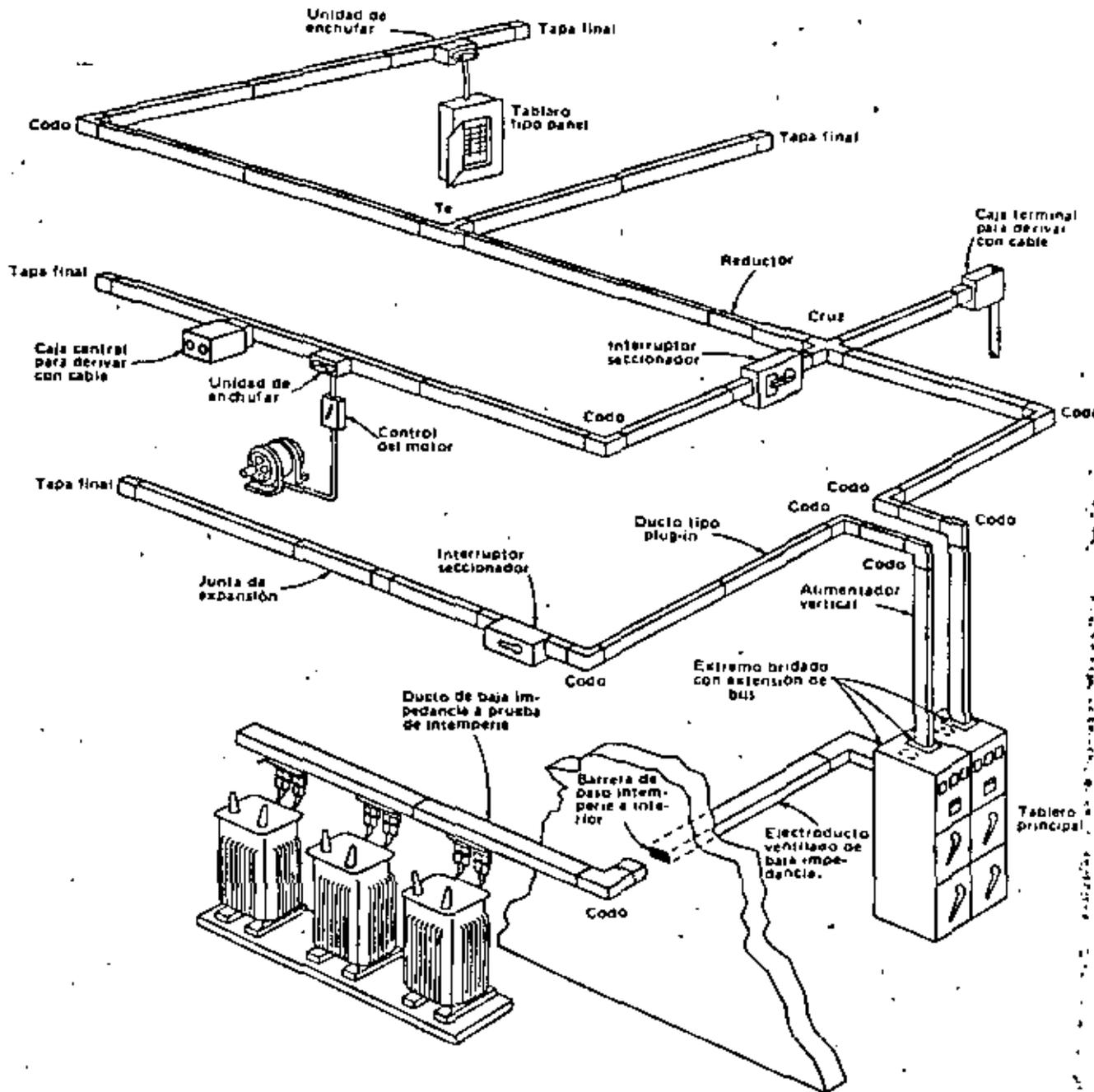
Para dimensiones para instalación consulte con la fábrica.

Los tableros de distribución Federal Pacific Clase I se pueden obtener en capacidades hasta de 2000 Amp. con interruptor en aire electromagnético FPE tipo 50M2 con capacidad dispersa desde 200A. hasta 2000A. El fondo del tablero de distribución debe aumentarse hasta 1.20 mt. Solicitar a fábrica las dimensiones exactas.



Electroducto de Baja Impedancia y Normal

PLANO TÍPICO DE TRAYECTORIA DE ELECTRODUCTO

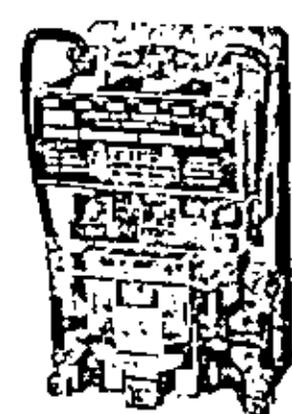


Los arrancadores magnéticos, a tensión plena, Clase 4204 se usan para arrancar, parar y proporcionar una protección de sobrecarga para motores mono o polifásicos de C.A. La protección de bajo voltaje se obtiene usando circuitos de control a tres hilos y dispositivos piloto de contacto momentáneo. La reposición por bajo voltaje se obtiene usando circuitos de control a dos hilos y dispositivos piloto de contacto sostenido. La protección de sobrecarga de los motores se obtiene con reles bimetalicos de sobrecarga que pueden montarse fácilmente en el rele de sobrecarga. Cuando el arranque con voltaje plano provoca torsion o corrientes de arranque demasiado altas para la aplicación deseada, se deberán usar arrancadores a voltaje reducido.

MAXIMO 600 VOLTS, 28060 CICLOS.		El precio no incluye elementos térmicos								
No. de polos	Tamaño NEMA	CAPACIDADES					TIPO NEMA 1 Gabinete para usos generales	TIPO NEMA 4 Gabinete a prueba de agua e intemperie	TIPO NEMA 12 Uso industrial a prueba de polvo	TIPO ABIERTO Sin gabinete
		Volts	Máximo							
			Capac. H.P.	Amperes						
		—	Poli-fásico	Mo-nofá-sico	A-bier-to	Ca-rta-do	Estilo	Estilo	Estilo	Estilo
2 polos	0	115 230	—	1 2	20	14	AA02	AD02	AK02	AU02
	1	115 230	—	2 3	30	27	AA12	AD12	AK12	AU12
	1 1/2	115 230	—	3 5	—	—	AA22	AD22	AK22	AU22
3 polos	0	115 200-230 460-575	2 3 5	—	20	18	AA03	AD03	AK03	AU03
	1	115 200-230 460-575	3 7 1/2 10	—	30	27	AA13	AD13	AK13	AU13
	2	115 200-230 460-575	7 1/2 15 25	—	50	45	AA23	AD23	AK23	AU23
	3	115 200-230 460-575	15 30 50	—	100	90	BA33	BD33	BK33	BU33
	4	200-230 460-575	50 100	—	150	135	BA43	BD43	BK43	BU43
	5	200-230 460-575	100 200	—	300	270	AA53	AD53	AK53	AU53
	6	200-230 460-575	200 400	—	600	540	AA63		AK63	AU63



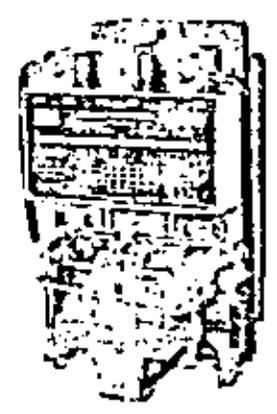
Tamaño 1



Tamaño 2



Tamaño 4



Tamaño 3

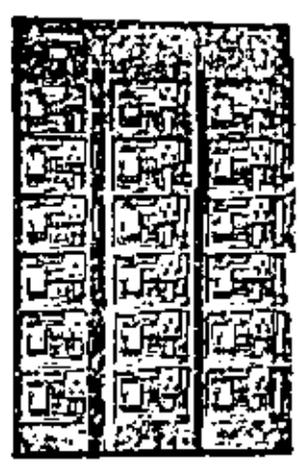
Juegos de accesorios para montaje en el campo

Adicionales	Número de Jgo.	Tamaño	Tipo de Gabinete
Est. Botones Arrancar-Parar Cont. Momentáneo	547DAM1	00 a 3	1
	547OBM3	4	1
Man-fuera-auto	547DAM2	00 a 3	1
	547OBM4	4	1
Contacto auxiliar Convertible en el campo N.A. o N.C.	5470	00, 0, 1	sin
	BM8	2	sin
	BM9	3, 4	sin
	BM14	5	sin

- INSTRUCCIONES PARA ORDENAR**
- Indíquese la Clase y Estilo.
 - Especifíquese el voltaje y la frecuencia de la bobina.
 - Ordéñese los elementos térmicos de la tabla de selección.
 - Si se requieren modificaciones y detalles especiales, consúltase la TABLA. Seleccione correctamente la forma como "Clase 4204, Estilo..... Forma.....". Describese claramente las modificaciones que no están incluidas en las letras de formas.



Centros de Control de Motores



Con los Centros de Control Federal Pacific, las muchas ventajas de agrupar los controles de los motores, se logran plenamente. Las normas NEMA para clase y tipo se describen más abajo. Los Centros de Control Federal Pacific cumplen con estas normas.

Clase I, Tipo A, Normas NEMA:

1. No tiene tablillas terminales para las conexiones de carga o de control.
2. Se proporcionan únicamente Diagramas de conexión para cada combinación de control o ensamble de control.
3. Dibujos de las dimensiones exteriores de los centros de control.

Clase I, Tipo B, Normas NEMA:

1. El tipo B es similar al Tipo A, excepto que se proporcionan tablillas terminales de control. Las tablillas terminales de carga también se proporcionan para controles combinados hasta el tamaño 3. Estas tablillas terminales se montan en cada unidad o cerca de ella. No se dan tablillas terminales de carga para alimentadores o derivaciones.
2. Diagramas de conexión únicamente para cada control combinado o ensamble de control.
3. Dibujos de las dimensiones exteriores de los centros de control.

Clase I, Tipo C, Normas NEMA:

1. Banco de tablillas terminales, incluyendo terminales de carga para combinaciones de control tamaño 3 o más pequeñas, y todas las terminales de control para todas las combinaciones o ensambles de control; en cada sección vertical se suministran los bancos de tablillas terminales; también se proporciona el alambrado completo entre los distintos controles y sus tablillas terminales maestras. No se dan tablillas terminales de carga para alimentadores o derivaciones.
2. No hay alambrado entre las secciones o entre cualquier tablilla terminal maestra.
3. No hay interconexión entre cualquier combinación o ensamble de control. Todos los hilos de salida de cualquier unidad serán llevados a la tablilla terminal maestra, excepto el alambrado para los controles tamaño 4, o más grandes.

4. Diagrama de conexión para cada combinación o ensamble de control.
5. Diagramas de las tablillas terminales principales mostrando la localización general de las terminales.
6. Dibujos con las dimensiones exteriores de los centros de control.

Clase II, Tipo B, Normas NEMA:

1. Se suministran tablillas terminales individuales. Tablillas terminales de carga también se proporcionan para combinaciones tamaño 3 o más pequeñas. Estas tablillas terminales se montan con cada unidad o cerca de ella. No se dan tablillas terminales de carga para alimentadores o derivaciones.
2. El alambrado de interconexión necesario entre los controles o los ensambles de control en la misma o en otras secciones.
3. Un diagrama de conexiones del ensamble completo del control.
4. Dibujo con las dimensiones externas de los centros de control.

Clase II, Tipo C, Normas NEMA:

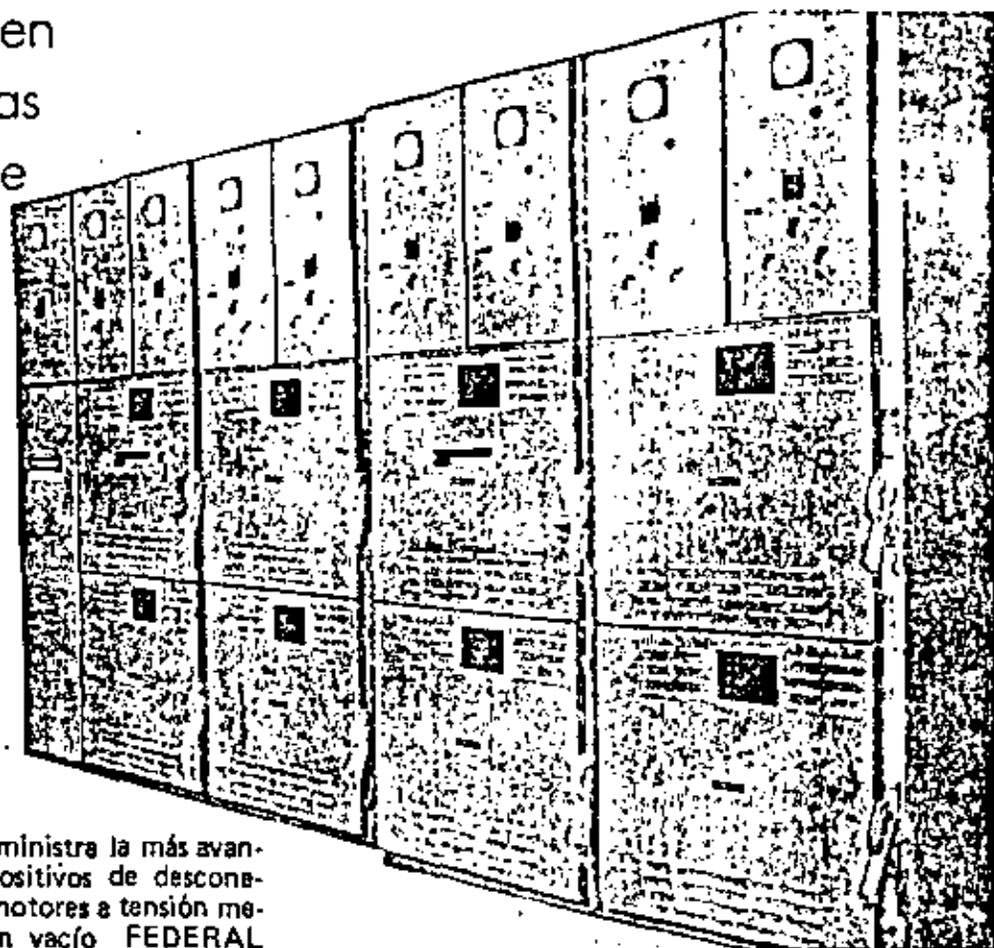
1. Banco de tablillas terminales maestras, incluyendo terminales de carga para controles tamaño 3 o más pequeños, y terminales de control para todos los controles o ensambles de control, en cada sección vertical; también el alambrado completo entre los controles o los ensambles de control y las tablillas terminales. No se dan tablillas terminales de carga para alimentadores o derivaciones.
2. El alambrado de interconexión necesario entre los controles o los ensambles de control en la misma o en otras secciones.
3. Un diagrama de conexiones del centro de control completo.
4. Dibujo con las dimensiones exteriores de los centros de control.



CENTRO DE CONTROL DE MOTORES DE TENSION MEDIA

CLASE 5300 - AT

Construcción en
1, 2 y 3 Celdas
Individuales de
Fuerza



FEDERAL PACIFIC suministra la más avanzada tecnología en dispositivos de desconexión para el control de motores a tensión media. Los contactores en vacío FEDERAL PACIFIC, son los más económicos, compactos y relativamente libres de mantenimiento de todo el mercado.

Línea Completa de tipos para:

- Motores de inducción jaula de ardilla
- Motores síncronos
- Motores de rotor devanado

Aplicaciones

- Control de Motores: Hasta 4000 HP a 6900 Volts.
- Control de Extinción de Arcos.
- Desconexión de Capacitores.
- Interruptor de Transferencia.
- Operaciones Repetitivas.
- Pulpa y Papel ■ Minería ■ Industria Química.
- Petróleo ■ Acero ■ Industria Hulera
- Y muchas otras Industrias pesadas.

CONSTRUCCION DE LA CELDA

Se proporciona como norma en NEMA 1 gabinetes para uso general y están disponibles en tipos a prueba de polvo o para uso en el exterior a prueba de Intemperie con arrancadores colocados a una altura de uno; dos o tres, uno arriba del otro.

Además del arreglo de conexión al frente, que es normal, se dispone de un nuevo diseño de tablero con un compartimento para las barras posteriores que proporciona amplio espacio para conexiones de entrada y salida de los cables.

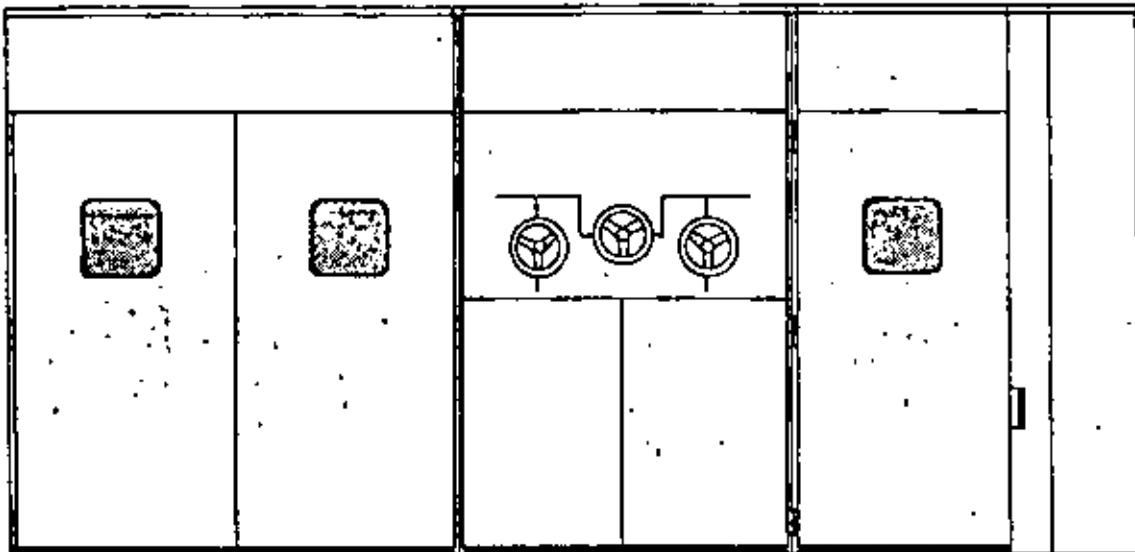
Respaldadas por



165

SUBESTACIONES TIPO COMPACTO PARA 23 Y 34.5 KV.

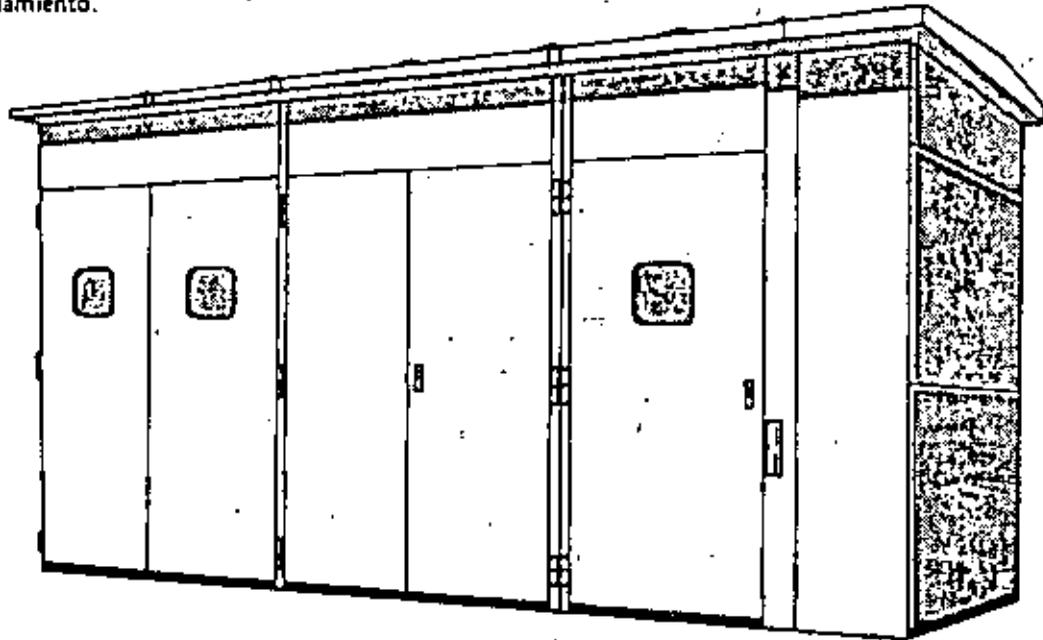
AUT. NOM-1-10187



Suministradas con transformador a solicitud del cliente. Servicio Interior o Intemperie.

Subestación compacta para 23 Kv. servicio interior, con celda de medición, celda de cuchillas de prueba, celda de seccionador y celda de acoplamiento.

Subestación compacta para 23 Kv. servicio Intemperie, con celda de medición, celda de cuchillas de prueba, celda de seccionador y celda de acoplamiento.

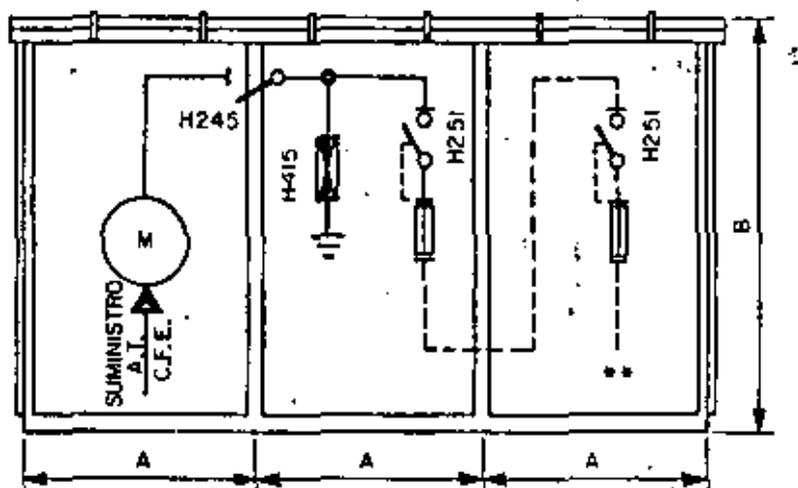


* Sobre Pedido Especial.

ARREGLO 4

Combinación de Celda de Medición con cuchilla de paso.
Celda de Seccionador con apartarrayos y fusibles²⁾ y Celda de Seccionador con fusibles sin apartarrayos.

Este arreglo se puede combinar con los arreglos 5, 6 y 7 interconectando con Cable de A.T. Clase 15 KV**

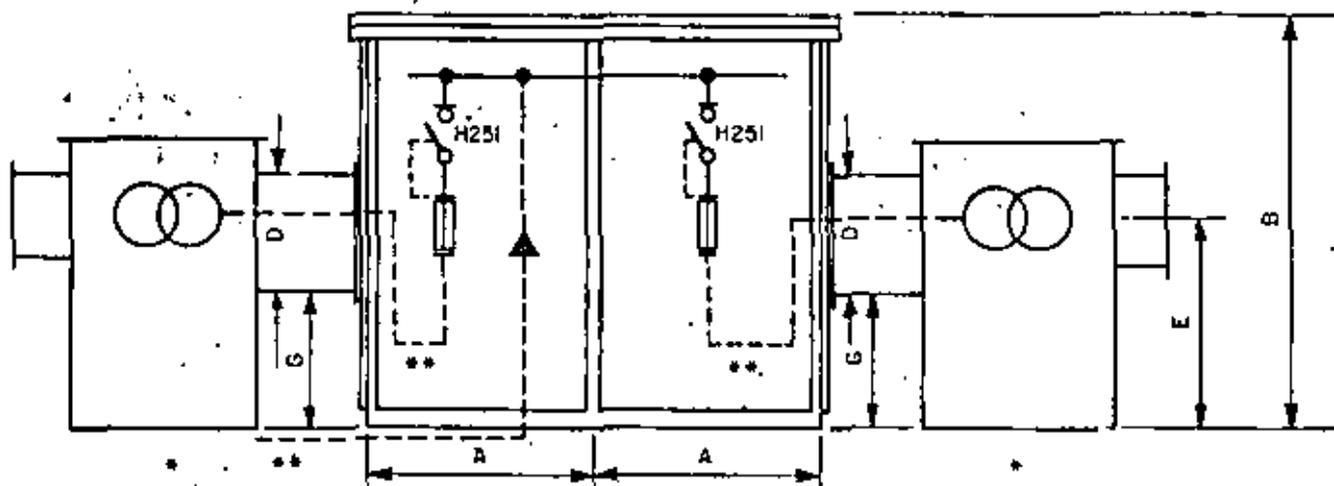


ARREGLO 7¹⁾

Combinación de dos Celdas de Seccionador con fusibles sin apartarrayos.

Ver Cuadro de Selección en la página 12

Ver Dimensiones en la página 13



** Conectar con cable para A. T. clase 15 KV.

* Transformadores: pueden suministrarse a solicitud del cliente.

** No es suministro Siemens.

1) Como subestación independiente o combinada con arreglo 4, con tres seccionadores para alimentadores derivados.

2) Seccionador General.

OPERACION Y MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES COMPACTAS DE 13.8 Y 20, 23 KV.

a) Subestaciones Compactas.

Las subestaciones tipo "Compacto" de Siemens, S. A., son equipos para operación de Alta Tensión en voltajes de 13.8 y 20/23 KV.

Proyectadas y construidas según normas eléctricas vigentes en el territorio nacional "NOM" y Alemanas VDE (Verband Deutsche Elektrotechnik). Asimismo cumplen con las reglamentaciones dictadas por la SIC DGE (reglamento de obras e instalaciones eléctricas en vigor) estando debidamente registradas y autorizadas por esa dependencia del gobierno, para su fabricación, venta y uso en el territorio nacional bajo el número 1-10189 y 0002-173-0001.

b) Partes Constitutivas de Subestaciones Compactas para 20/23 KV.

No fingimos una falsa modestia, sino que declaramos el sentirnos orgullosos de contar en nuestra línea de subestaciones equipos integrados en 100 % fabricados en nuestras plantas de México y Guadalajara.

Una subestación Compacta debe cumplir como primer punto de seguridad, al presentar en toda su totalidad perimetral, esto es en el frente, lateralmente, parte superior y posterior superficies exentas de riesgos para el personal que opere éstas, por contactos involuntarios con partes vivas portadoras de energía de A.T.; por ello estas subestaciones están constituidas por gabinetes de lámina de acero rollada en frío del calibre 12 (2.78 mm. de espesor) y perfiles estructurales de lámina calibre 10 (3.57 mm. de espesor). Estos gabinetes son fabricados en secciones serie de fácil acoplamiento atornillable, que representa por este hecho una gran flexibilidad para futuras ampliaciones.

c) La Subestación Completa del Tipo Compacto consta esencialmente de 4 Celdas; (Ver ejemplo 4).

- I.- Celda de medición.
- II.- Celda de cuchillas de prueba.
- III.- Celda de seccionador.
- IV.- Celda de acoplamiento.

I.- Es el cubículo o celda destinada al equipo de medición de la compañía suministradora con el espacio adecuado según normas de la Cfa. de Luz y Comisión Federal de Electricidad.

II.- Se encuentran en el interior de esta celda las cuchillas de comprobación o prueba, en número de 3 juegos tripolares de operación en grupo y desconexión sin carga; capacidad nominal de corriente hasta 400 A. y voltaje de operación de 20/23 KV. La operación de estas cu-

chillas se efectúa por medio de volantes desde el frente exterior de la celda. El número correspondiente de autorización de estos dispositivos es SIC DGE. 6141.

III.- En ésta se encuentra alojado el seccionador para operación y desconexión con carga; como se ha indicado con la capacidad adecuada según la tensión de operación de la línea, así en redes de 20/23 KV. se usa el tipo H251-20N/630, lo que significa para una red de 20-23 KV. e intensidad nominal hasta 630A. La finalidad principal de protección contra corto circuito se logra a través de fusibles de Alta Tensión y Alta Capacidad Interruptiva (en 20 KV. hasta 1000MVA), éstos están instalados en la parte inferior del Seccionador y al fundirse alguno de ellos acciona un mecanismo que desconecta automáticamente las tres fases.

La conexión y desconexión a voluntad para el Seccionador se realiza manualmente por medio de palanca y desde el exterior frontal del tablero.

En la parte posterior del Seccionador, están instalados 3 Apartarrayos tipo autovalvulares tipo H415, para redes con neutro conectadas rígidamente a tierra o aislado.

IV.- Esta es una celda de transición entre la subestación y el transformador; conteniendo en su interior las soleras de cobre necesarias para la conexión apoyadas en aisladores de resina sintética tipo SIGA 20.

Los ejemplos 1, 2, 4 y 5 muestran la flexibilidad que representan este tipo de subestaciones según sus necesidades.

c) Partes Constitutivas de Subestaciones Compactas para 13.8 KV.

Consta básicamente de 2 Celdas.

- I.- Celda de medición.
- II.- Celda de seccionador y cuchilla de paso, ver pág. 11.

I.- Es el cubículo o celda destinada al equipo de medición de la Cfa. suministradora (C.F.E.).

II.- Están en el interior de esta celda la cuchilla de paso tripolar de operación en grupo y desconexión sin carga, tipo H245, capacidad nominal de corriente hasta 400A y para tensión en la red de 13.8 KV.

La operación de esta cuchilla se efectúa por medio de palanca desde el frente interior. Un bloqueo mecánico impide la apertura si antes no se desconecta el seccio-

nador H251. Un seccionador para conexión y desconexión con carga, para 13.8 KV, marca Siemens tipo H251 17.5/630 SU 44 km; instalados en la parte inferior del seccionador se localizan los fusibles y el mecanismo de desconexión automática de las 3 fases.

En la parte posterior del seccionador están instalados 3 apartarrayos autovalvulares tipo H415 a 15, para redes con neutro rígidamente a tierra o aislado.

Otros ejemplos se muestran en las páginas de la 12 a la 15.

d) Operación y Mantenimiento.

Los equipos Siemens están garantizados contra cualquier falla de funcionamiento por un año en condiciones normales de operación; observando los puntos abajo enumerados puede lograr una durabilidad mínima de 20 años como hemos estimado.

1. Después que se encuentre debidamente instalada la subestación y antes de conectarla a la red de suministro de Alta Tensión, verifique la rigidez de aislamiento en la misma, en todos sus componentes (puede lograrse esta prueba con un megger de capacidad adecuada, Meggohmetro u otro dispositivo de medición de resistencias) de partes vivas a tierra, de aisladores a barras colectoras, de la parte superior de alimentación de los apartarrayos a neutro conectado a tierra, etc.

No obstante que todos estos componentes han sido probados en nuestra planta, podría suceder que durante el transporte los equipos sufrieran algún golpe que dañara sus aislamientos.

2. Verifique la conexión de sus transformadores y esté seguro que este conectado debidamente para la tensión de operación.

3. Asegúrese que las uniones portadoras de energía de Alta Tensión estén bien apretadas (recorrer todos los tornillos). Verifique los contactos de las cuchillas de prueba o la cuchilla de paso, observando que existe buen contacto entre partes fijas y móviles, accione los volantes respectivos observando que con relativa facilidad entren los correspondientes grupos.

4. Verifique el funcionamiento del Seccionador bajo carga, conectando y desconectándolo; para ello introduzca suavemente en el orificio del disco externo del accionamiento el vástago de la palanca hasta la ranura roja, accione sin demasiada fuerza la palanca desde la posición "0" hasta "I" observando que tanto las cuchillas principales como las de arqueo conecten con la precisión requerida y que el contacto es el adecuado, cualquier anomalía que note al realizar esta prueba no trate de remediarla; puede

tratarse únicamente de desajuste por un transporte inadecuado, nosotros acudiremos gustosamente a realizar el ajuste correspondiente.

Conecte el Seccionador como hemos indicado y observe al pulsar cualquiera de los balancines donde percute el vástago de fusible fundido la apertura inmediata de las cuchillas.

5. Coloque los fusibles en los portafusibles observando la flecha indicadora en la posición correcta para que en caso de un posible corto circuito en operación la ruptura de elementos fusibles dispare automáticamente el Seccionador evitando la operación monofásica o bifásica del transformador, dándole a sus equipos la protección que le fue confiada.

Observe que los clips de abrazadera de los fusibles tengan el adecuado contacto, colocar y extraer los fusibles cuidadosamente, de preferencia emplee nuestros alicates aislantes tipo 3GX1-100, emplee únicamente fusibles de la capacidad adecuada (Tabla de Selección, páginas 28 y 29).

¡Ponga en marcha la subestación únicamente después de haber efectuado las pruebas de campo aquí descritas, no lo haga antes de haberse cerciorado realmente que todo está en orden!

Secuencia de operación para la puesta en marcha.

Tenga a la mano guantes de hule debidamente garantizados y probados para el voltaje de operación, casco de material plástico, tarima de madera y tapete aislante.

a) Colóquese los guantes y casco de A.T. de preferencia mantenga desconectadas todas las cargas de B.T.

Proceda a cerrar todas las puertas de los gabinetes de A.T., conecte las cuchillas de prueba o la cuchilla de paso (son de operación sin carga) central, proceda a conectar el interruptor bajo carga, observe la operación en vacío del transformador y conecte todo su sistema de baja tensión.

b) Cuando ya en servicio la subestación sea necesaria desconectarla para realizar trabajos de mantenimiento o eventualmente por fusión de algún fusible, observe las siguientes operaciones: cerciórese si se debió a un cortocircuito momentáneo externo a la subestación y con la reposición del fusible o fusibles dañados se normalizará su servicio.

c) Desconecte todas las cargas de B.T., opere el Seccionador hasta la posición "0" (aún desconectadas las cuchillas por fusión del fusible, el disco indica la posición "I"), evitando con ello que la puerta de acceso al Seccio-

nador sea abierta, pues primero se romperá la chapa de la puerta antes de ser abierta, ya que posee un trinquete que se libera únicamente hasta llevar el Seccionador manualmente a la posición "O".

- d) Desconectar la cuchilla central de operación sin carga.
- e) Abra las puertas de la celda de cuchillas de prueba y del Seccionador bajo carga, déjelas así por espacio de 15 segundos antes de realizar algún trabajo, dentro de ellas (tiempo de desionización del medio). Proceda al cambio de fusibles como hemos indicado, ya estando todo en or-

den proceda a cerrar las puertas respectivamente, conecte primero la cuchilla de prueba central, y después el Seccionador bajo carga al final.

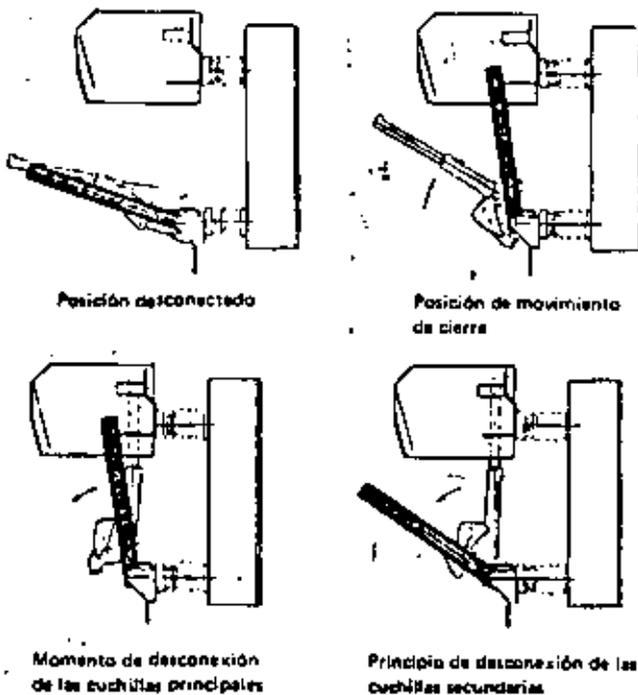
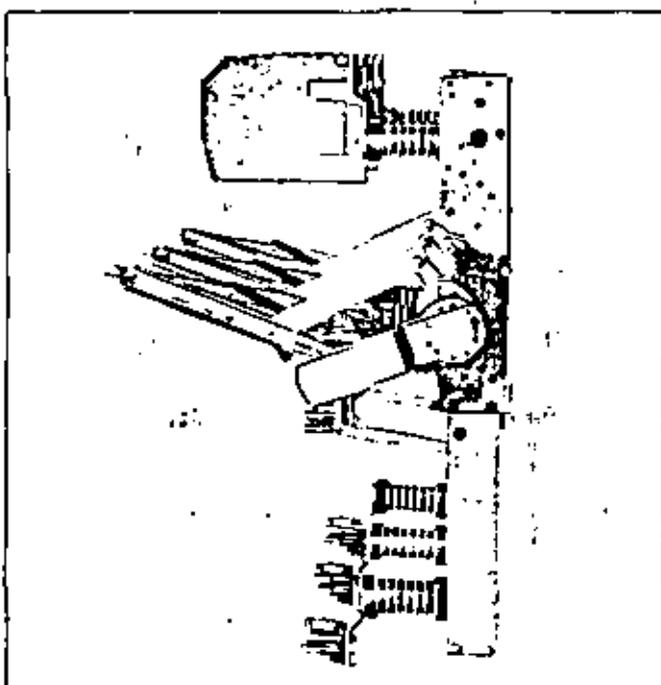
[Razone siempre la secuencia de operaciones]

[Un error en sistemas de A.T. es el último]

Verifique el estado de sus equipos de Alta Tensión como indica la Subdirección de Electricidad, Departamento de Plantas y Subestaciones cada 6 meses.

SECCIONADOR DE CARGA TRIPOLAR DE UN TIRO DE OPERACION EN GRUPO PARA SERVICIO INTERIOR TIPO H251

AUT. SIC DGE 8141



Construcción

El seccionador bajo carga tripolar H 251 tiene la forma de un interruptor de palanca y va provisto de cuchillas de corriente principales y auxiliares, montadas sobre un marco de base con ayuda de aisladores acanalados de apoyo de resina sintética. Las cuchillas de paso de corriente se accionan por medio de un eje de maniobra que se apoya sobre el marco de base.

Las cuchillas de corriente secundarias se han conectado en paralelo con las principales, con objeto de que, al tener lugar la desconexión, se hagan cargo de la extinción del arco. Por este motivo, en los puntos de contacto las cuchillas secundarias de corriente son de un material resistente al fuego y están provistas de una cámara plana de extinción del arco. Mediante un dispositivo mecánico especial, se ha conseguido que las cuchillas de arco se accionen siempre después de las cuchillas seccionadoras principales.

Funcionamiento

Al tener lugar la conexión, las cuchillas de arco se retienen mediante pernos de bloqueo y un disco de levas, a suficiente distancia de las cámaras de extinción, hasta que se conectan las cuchillas seccionadoras principales. Durante el proceso de cierre de estas últimas, tensan los muelles, los cua-

les provocan la actuación de las cuchillas de arco después de su liberación en conexión de maniobra rápida. Como consecuencia de este proceso de maniobra, las citadas cuchillas se conectan directamente sin avances previos.

En el proceso de apertura, las cuchillas de arco quedan retenidas, estableciendo pleno contacto, hasta que las cuchillas seccionadoras principales recorren el 80 %, aproximadamente, de su trayecto de maniobra. Entonces, las cuchillas de arco se liberan y se desconectan rápidamente extinguiéndose el arco en la cámara.

Aplicación

Los seccionadores bajo carga son aparatos de maniobra para instalaciones de alta tensión, que pueden interrumpir corrientes de servicio y que al desconectar dan lugar a una apertura apreciable con toda seguridad. Se emplean para conectar líneas aéreas o cables, para seccionar circuitos en anillo, así como para la conexión y desconexión de transformadores con carga o sin ella.

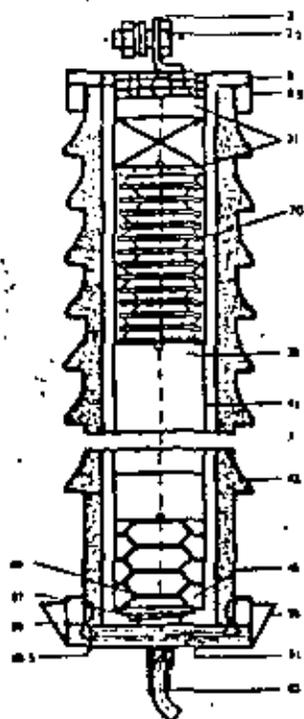
Características

El seccionador bajo carga está provisto con 3 portafusibles

APARTARRAYOS SIEMENS TIPO H415a

TENSION DE EXTINCION DE 12 A 24 KV
CAPACIDAD NOMINAL DE DESCARGA 5 KA

REG. SIC DGE 6135



3. Pieza de empalme
- 3.5 Tornillo de empalme
9. Cubierta superior
- 9.5 Junta
31. Explorador de extinción
39. Discos o bloques de resistencia
41. Tubo aislante
43. Envolvente de porcelana
45. Relleno de nitrógeno (en áreas libres)
55. Platillo inversor
61. Fusible de sobrecarga
63. Empalme a tierra
65. Cubierta inferior
- 65.5 Junta
67. Resorte
69. Cuerpo de relleno y contacto
70. Electrodo de descarga

Generalidades

La seguridad, de servicio, en las redes eléctricas de abastecimiento de energía se ve frecuentemente amenazada por la aparición de sobretensiones. Con objeto de limitarlas, se tienen que prever los correspondientes dispositivos de protección. Estos tienen como misión preservar el aislamiento de la instalación, de operaciones eléctricas inadmisibles, debidas a sobretensiones de cualquier origen.

Empleo

Los Apartarrayos Siemens Tipo H415a, poseen una elevada capacidad de protección y durabilidad. Son descargadores de caída catódica tipo autoválvula para tensión de extinción hasta 24KV, adecuados para instalaciones interiores o intemperie y en redes con frecuencia de 40 a 60 Hz. Garantizan una protección segura contra tensiones peligrosas en la red instalada.

En el Territorio Nacional, tenemos Zonas con ambientes altamente húmedos y salitrosos, (regiones próximas a las costas) o extremadamente contaminados, los que propician

una acumulación peligrosa de películas conductoras. Para estos ambientes hemos desarrollado un Apartarrayo especial que denominamos precisamente "TIPO COSTA". (Tipo H415 a 10 y H415 a 15).

Construcción

En una envolvente de porcelana herméticamente cerrada, se encuentran montadas las partes activas del Apartarrayo, entre las que figuran la resistencia que trabaja en función de la tensión y el explorador de extinción compuesto de electrodos tipo tobera. El Apartarrayo está lleno de Nitrógeno, evitándose así fenómenos de corrosión y de envejecimiento.

Funcionamiento del Apartarrayo H415a

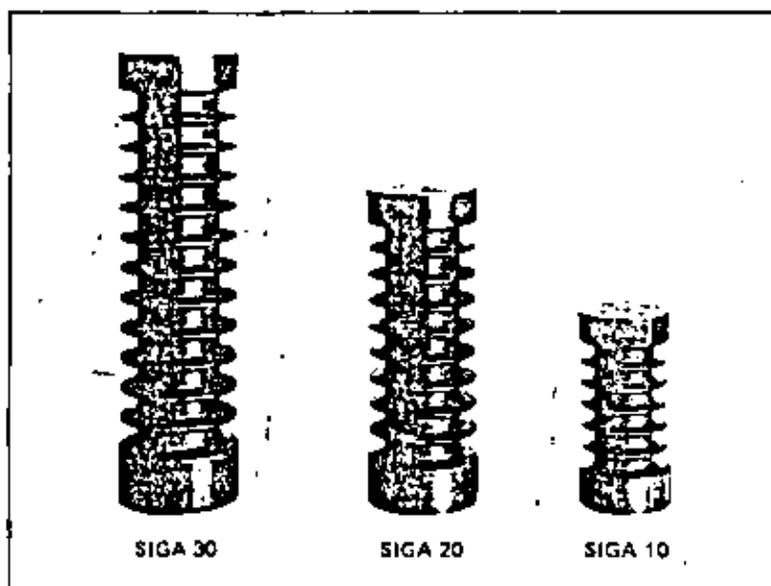
Si la sobretensión que se presenta en un Apartarrayo Siemens sobrepasa los valores de reacción válidos para el mismo, reacciona éste, es decir, los explosores de extinción son puestos en corto circuito por el efecto de los arcos voltaicos.

Debido a la reacción de todos los explosores de extinción

17

AISLADORES DE APOYO PARA SERVICIO INTERIOR, DE RESINA SINTETICA.

AUT. SIC DGE 6457



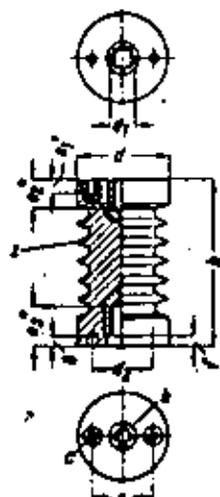
Los aisladores de apoyo están fabricados de resina sintética y en ambos extremos frontales están fundidos nipples de rosca.

Se usan para instalaciones interiores de alta tensión y también para la instalación aislada de aparatos de alta tensión.

Por la alta resistencia de la resina sintética contra influencias climatológicas y la forma acanalada, se pueden usar como aisladores de apoyo, también en ambientes de aire húmedo y en climas tropicales, hasta temperaturas ambiente de 90°C.

TABLA DE SELECCION

Medidas



Tensión Nominal hasta Kv	Carga Admisible a la flexión Kgf	Catálogo	Tipo	Tensión de Choque Soportable (V. cresta) Kv	Tensión Alterna Soportable Valor eff	Peso Kg
7.2	300	320064	SIG B 10SZ	65	10	0.730
13.8	500	320026	SIG A 20S	100	80	0.950
13.8	1000	320076	SIG B 20SZ	95	60	1.330
24	500	320038	SIG A 20N	125	70	1.250
36	500	320040	SIG A 30N	170	105	2.170

Dimensiones en mm

Tipo	a mm	b mm	c mm	d mm	d1 mm	e1 mm	e2 mm	e3 mm	f mm	h mm	z
SIG B 10SZ	38	15.87	9.52	71	15.87	9	22.5	38	12	100	2
SIG A 20 N	38	9.52	6.35	75	15.87	9	15	45	20	210	8
SIG A 20 S	38	9.52	6.35	70	15.87	9	15	45	20	175	6
SIG B 20SZ	46	15.87	9.52	83	19.05	9	15	32	13.5	165	6
SIG A 30 N	38	9.52	6.35	82	15.87	9	15	48	20	300	11

* profundidad de atornillamiento

z = cantidad de aletas

GABINETE DE INTERRUPTOR Y APARTARRAYOS (SERVICIO INTEMPERIE)

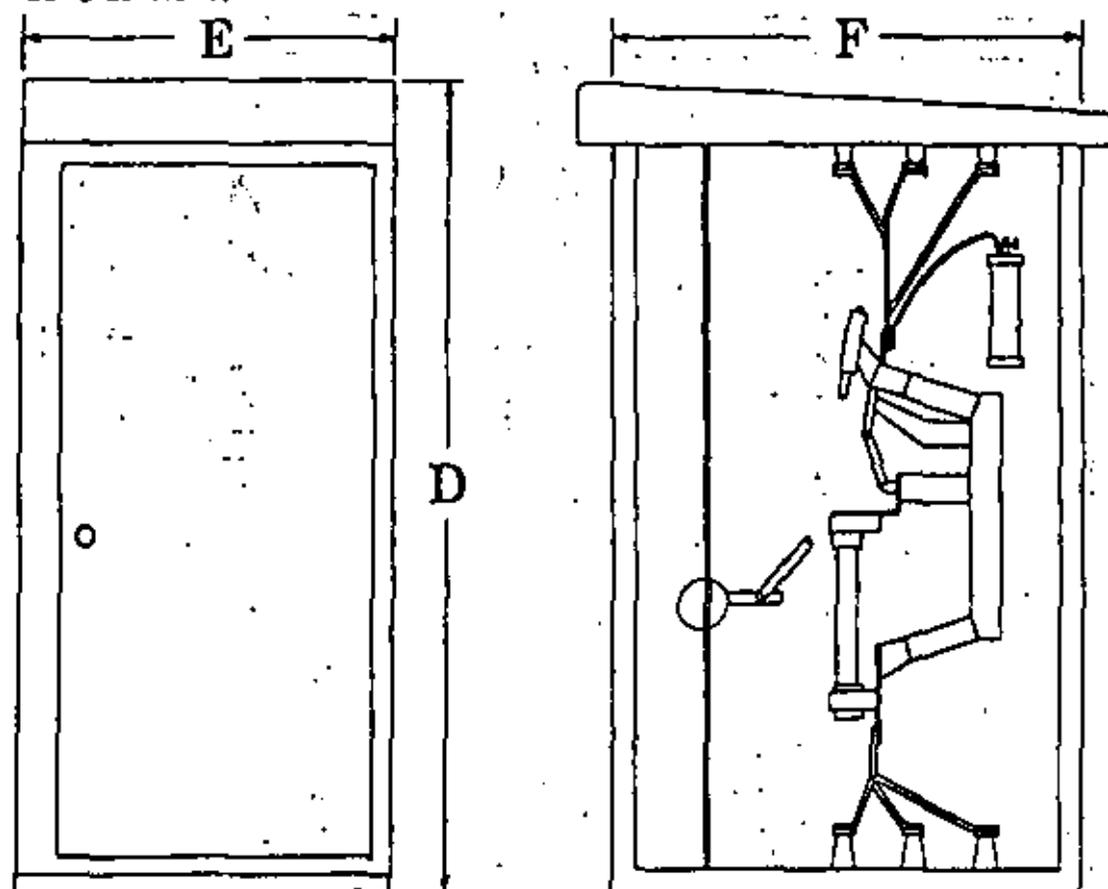
Tiene como función alojar el interruptor en aire, que provistos de fusibles de alta capacidad interruptiva, efectúan las maniobras de conexión, desconexión y protección de líneas, motores o transformadores de distribución y potencia.

Contiene:

- Un interruptor en aire marca ELMEX[®], tres polos, un tiro, operación manual, montaje fijo, provisto de 3 fusibles limitadores de corriente de la capacidad adecuada, equipado con dispositivo que dispara tripolarmente el interruptor cuando alguno de los fusibles opera por cortocircuito.
- 1 juego de tres apartarrayos autovalvulares marca Siemens, para operación entre 0 y 3000 M.S.N.M., para sistemas con neutro sólidamente conectado a tierra.

■ Barras Principales

■ Barra de Tierra.



INTERRUPTOR CON APARTARRAYOS

DIMENSIONES
(MILIMETROS)

CATALOGO	KV.	O	E	F
IAE 1500	15	2500	1200	1500
IAE 2400	24	2700	1300	2000
IAE 3450	34.5	3100	2000	2000



ALCE BLANCO No. 13 A, NAUCALPAN
DE JUAREZ, EDO. DE MEXICO,
TELS. 358-27-22 y 576-99-00

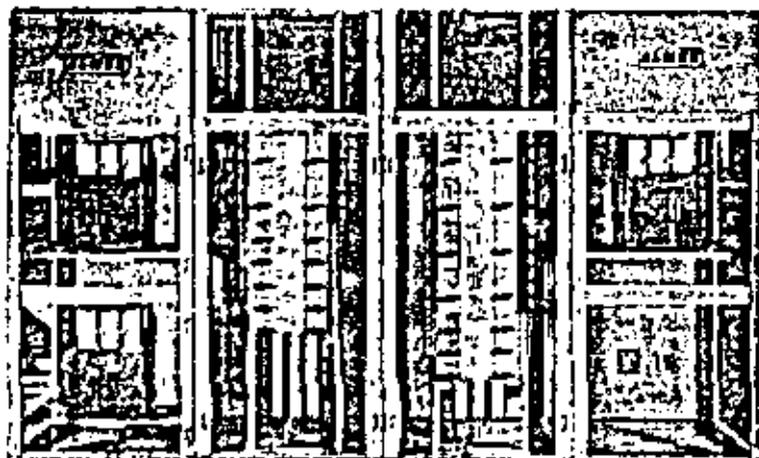
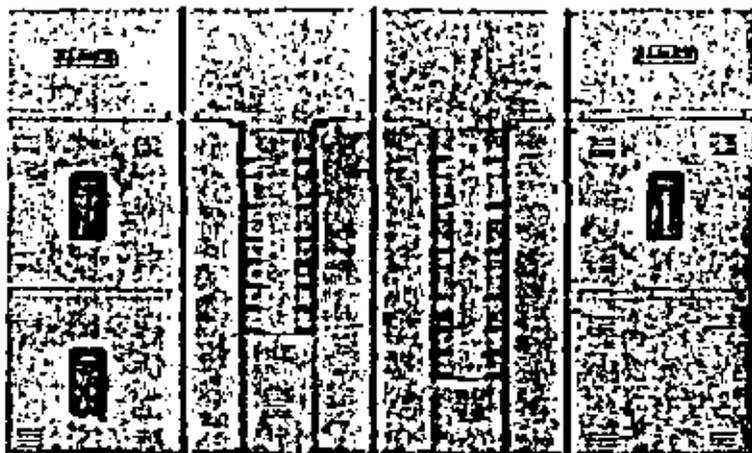


CENTROS DE DISTRIBUCION EN BAJA TENSION

Recientemente ha tomado auge la instalación de tableros de control y protección cercanos a los centros de carga, por lo que EL-MEX ha desarrollado un tablero que le ofrece la mejor solución para integrar su sistema de distribución y protección en baja tensión; diseños precisos y flexibles proporcionan el equipo más adecuado a sus necesidades.

VENTAJAS

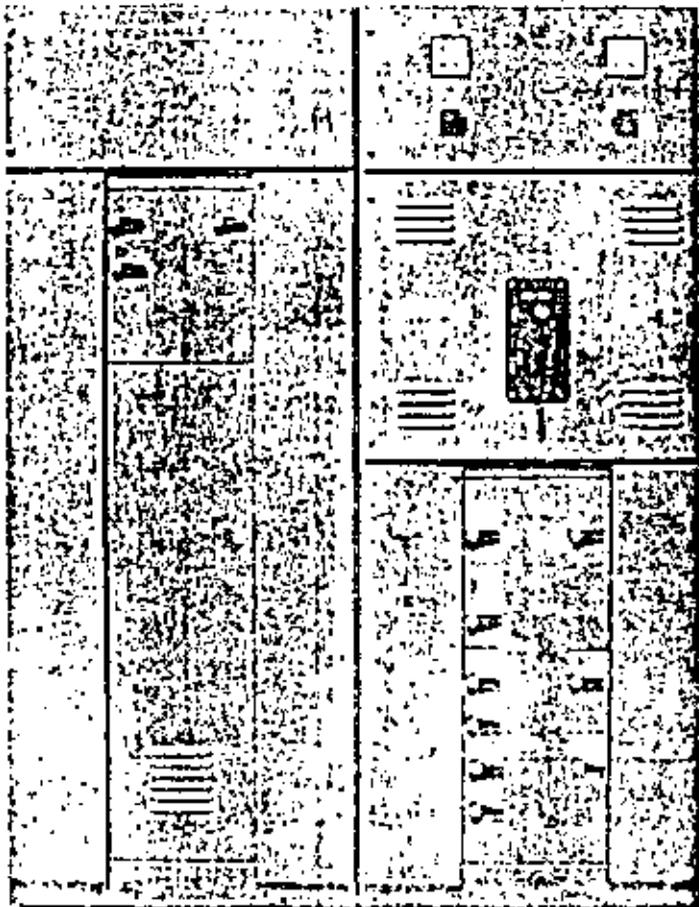
- Posibilidad de instalación pegada a la pared porque todas las conexiones son accesibles por el frente.
- Construcción con secciones separadas con grandes espacios interiores.
- Fácil mantenimiento e instalación con previsión para modificaciones y ampliaciones.



- Cada celda presenta una serie extensa de componentes como: interruptores termomagnéticos, contactores, equipo de control, etc.
- Operación fría gracias a una ventilación adecuada.
- Barras colectoras exclusivas para cada sección.
- Grandes espacios para alambrado.
- Facilidad para transporte y manejo, porque cada sección puede ser transportada independientemente.

RECONTAMOS CON UNA SISTEMATIZACIÓN NORMALIZADA DE GABINETES CON LAS SIGUIENTES DIMENSIONES:

CAPACIDAD	ALTO	FONDO	ANCHO	TIPO
2000A	2280	1900	900	(MONTAJE FIJO)
2000A	2280	1500	900	(MONTAJE REMOVIBLE)
3000A	2280	900	1900	(MONTAJE FIJO)
3000A	2280	1500	900	(MONTAJE REMOVIBLE)
4000A	2280	1500	1100	(MONTAJE FIJO Y REMOVIBLE)



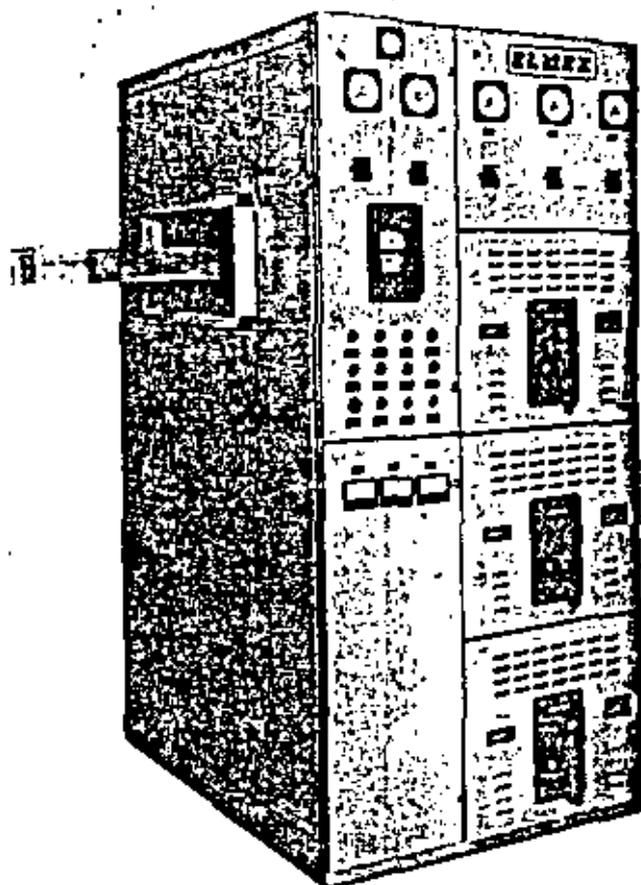


ALCE BLANCO No. 13-A, NAUCALPAN
DE JUAREZ, EDO. DE MEXICO,
(ELS. 358-27-22 y 576-99-00)



176

CENTROS DE DISTRIBUCION EN BAJA TENSION



DESCRIPCION

- Puertas dobles laterales removibles para facilitar la instalación, inspección y mantenimiento. Las puertas quedan aseguradas con tornillos caudillos de 1/2" (12.7 mm.) de vuelta, para tener acceso rápido y fácil al equipo.
- La única conexión requerida en el campo son los cables de salida, todos accesibles desde el frente.

Los gabinetes están fabricados en lámina calibre 10 y 12 AWG, con puertas frontales y posteriores que facilitan el acceso al equipo como resultado de la fabricación normalizada, es posible intercambiar el equipo entre nuestros gabinetes de diferentes instalaciones y reparar o reponer interruptores utilizando un desarmador como herramienta total.

BARRAS PRINCIPALES Y CABLES DE CONEXION

Se prevén 2 tipos de barras principales:

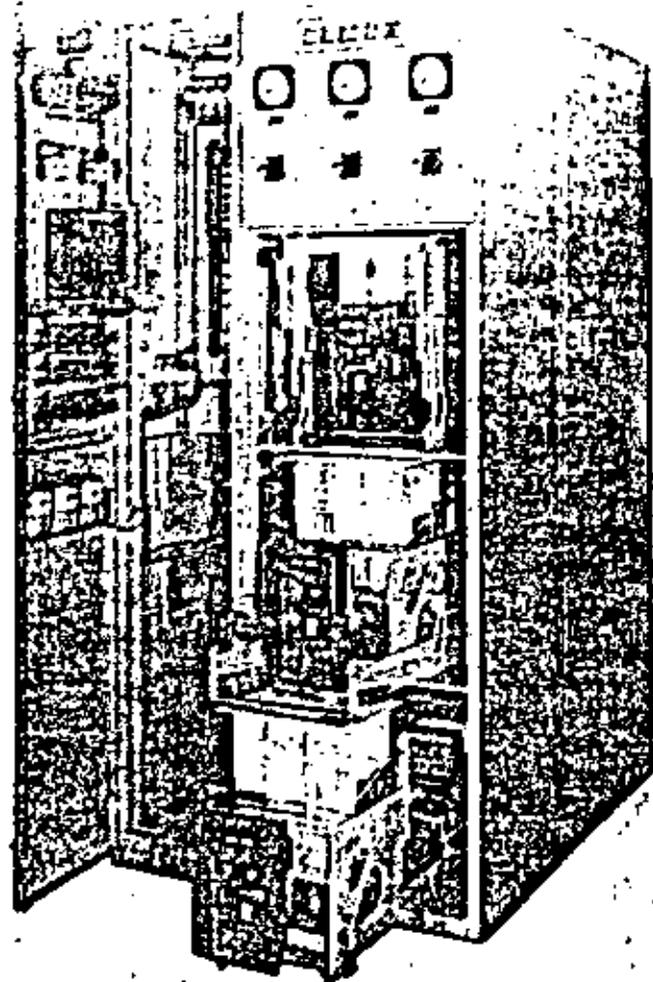
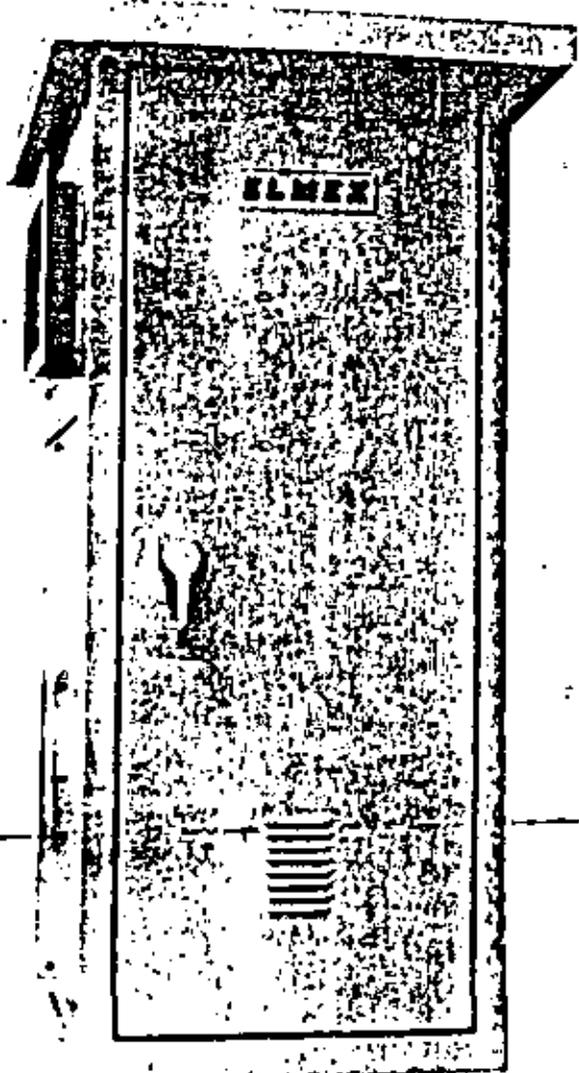
- Barras verticales.
- Barras horizontales.
- Las barras verticales son las propias de cada sección y corren de arriba a abajo, conectando todos los interruptores de una sección.

- Las barras horizontales, unen cada sección con la adyacente

Los herrajes necesarios para el soporte de los mismos, hasta una posición en la cual la reparación y la inspección resulten posibles, están incluidos en la celda.

Existe una gran tendencia hacia la instalación en tableros baja tensión, de equipo para montaje removible; las ventajas adicionales son las siguientes:

- Arreglo con mínimo de espacio.
- Rápida instalación.
- Facilidad para inspecciones, y mantenimientos.
- Fácil localización de fallas.
- Las interrupciones debidas a fallas del equipo se reducen al mínimo, manteniendo interruptores de reserva.



Para llenar los requerimientos debidos a los diferentes tipos de instalación, ELMEX ha desarrollado un gabinete para interruptor removible que llena todas las necesidades y combinaciones de equipos.

El gabinete removible, está diseñado para contener hasta 3 interruptores electromagnéticos y el equipo de medición correspondiente. Se suministra totalmente listo para ser usado, conteniendo todos los dispositivos mecánicos para extracción y conexión de los interruptores, así como los contactos primarios y secundarios que se desconectan automáticamente al extraer el interruptor.

Calculation of Optimum Preventive Maintenance Intervals for Electrical Equipment

DOUGLAS J. SHELIGA

Abstract—Formulas to calculate the optimum interval of preventive maintenance and the optimum interval of diagnostic testing of electrical equipment are presented. Each user can calculate his own custom intervals using the formulas which are based on least total annual costs. The user must have his own data base of equipment failures similar to the example presented. Using 10 000 failures of electric utility control and monitoring equipment as a sample, it was found that 25 percent of the failures could have been prevented by preventive maintenance, 65 percent could have been caught by diagnostic testing, and less than 10 percent have failed in the operative mode and could not have been maintained against or caught beforehand. One factor in the formula, which determines the shape of the equipment failure curve, remains to be proven after the next five years of data are collected.

INTRODUCTION

THE PURPOSE of this paper is to present a formula that may be used by anyone to calculate the optimum period or interval of preventive maintenance of electrical equipment. The formula is based on least total annual costs. See Fig. 1. As the interval of preventive maintenance is lengthened, the annual cost of preventive maintenance is decreased. However, as the interval is lengthened, the probability of failure and thus the cost of equipment failure is increased. The sum of the two curves represents the total annual costs of both maintenance and equipment failure. The optimum interval is the minimum cost point of the resultant curve. The formula will yield a preventive maintenance period that will minimize the total costs to keep a piece of electrical equipment functioning. The calculated maintenance interval for each company will be different to an extent. The overheads, extent of maintenance performed, environment, personnel, and application of equipment all vary between electrical equipment users. Thus, each company can determine its own custom maintenance interval. This paper uses electrical utility examples, but the optimum maintenance interval may be calculated by any electrical or mechanical equipment user.

The calculation of a maintenance interval is easy. The gathering of data to plug into the formula is not easy and will require a considerable amount of work. Of prime importance is the gathering of information relating to the history of failures for the item for which the period is being calculated. It is necessary for the formula user to have several years of

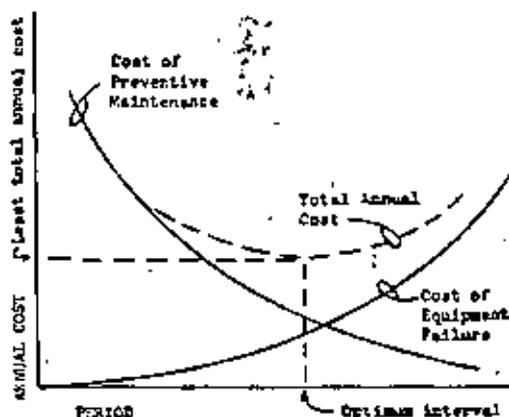


Fig. 1. Total annual costs.

history of failures before he can use the formula. A typical history is shown in Table 1. It will be explained later how the history is used.

What is the definition of preventive maintenance? Preventive maintenance is the maintenance carried out at predetermined intervals intended to reduce the probability of failure or performance degradation of an item. There are two facets of this definition that need further exploring.

The first is the maintenance activity that should be performed. It is not intended to answer this question fully here. However, in general, the answer is cleaning, lubricating, aligning, tightening, and checking calibration. It will be shown from a cost standpoint that electrical equipment need only be maintained if it is first used in a hostile environment, subject to moisture, dirt, shock, vibration, heat, personnel rough handling; and secondly, if it is often functioning, causing wear. These are mechanical problems. As will be seen shortly, there are no cost savings to do maintenance for any other reason.

The second facet of the definition is the probability of failure or performance degradation of an item. There are many ways a piece of equipment containing many components can fail. The subject can boggle the mind. At this point, the goal of a least cost maintenance program must be remembered. Also, the goal of the preventive maintenance program must be a realistic one. It must be realized that all failures cannot be prevented. For example; a coil that shorts between windings or a capacitor that breaks down to the case cannot be foreseen. It would be useless to set up a program to try to catch these failures.

Most electrical components have a particular failure rate and a certain portion of them should be expected to fail. *Military Handbook 217B* discusses component failure rates in

Paper IPSD 80-54, approved by the Power Systems Technologies Committee of the IEEE Industry Applications Society for presentation at the 1980 Industry Applications Society Annual Meeting, Cincinnati, OH, September 28–October 3. Manuscript released for publication May 11, 1981.

The author is with Cleveland Electric Illuminating Company, 681 Beta Drive, Mayfield, OH 44143.

TABLE I
COMPLETED TROUBLE REPORT FOR FIRST SIX MONTHS, 1978

EQUIPMENT		COMPONENT		TROUBLE		RA	LOCATION				
NAME	TYPE	DESC	WFO	STATUS	CATEGORY	DESCRIPTION	CATEGORY	EXPLANATION	CIRCUIT	STA	
RELAY-CUR	JAC	547	GE	IMPROPERLY	B	CONTACT	QUICK TRIP	PART MISSING	BROKEN UP	NC L-6-LT-L	LY
RELAY-CUR	SC	50-07	W	CALIBRATION	D	ADJUSTM		PICK UP		CP H-6-AL-P	AL
RELAY-CUR	SC	50-10	W	MISOPERATE	D	INDICATE	TARGET	ALIGNMENT		CP H-9-AL-P	AL
RELAY-CUR	SC1	501F	W	PART DROPP	X	INDICATE	C502 TARGET	PART MISSING		CP H-10-SC-P	SC
RELAY-DIF	BDD	877	GE	INTERMITT	I	HARDWARE	STUDS 547 CD	PART DAMAGE	THREADS	NC 4-28-T	DF
RELAY-DIF	BDD	876	GE	MISOPERATE	X			UNKNOWN		NO Q1-8F-JR	JR
RELAY-DIR	CR		W	NORMAL		C	TARGET			NO K-43-MA-B	MA
RELAY-DIR	CR	67	W	PART INOPR	R	ALDRRELY	SEAL IN UNIT	ALIGNMENT	INSTALLAT.	NC 4-AM-T	AM
RELAY-DIP	CR	67	W	MISOPERATE	R	CONTACT	C CR RELAY	ELECTRICAL		CP 43-4R-B	MR
RELAY-DIP	CR	67	W	IMPROPERLY	X	CONTACT	C TRIP CONTACT	CONTACT	WELDED	CP 2-22-7	SC
RELAY-DIP	CR	67	W	IMPROPERLY	X	HARDWARE	C SPRING	ALIGNMENT	BROKEN	XX 2-22-7	SC
RELAY-DIP	CR	67	W	IMPROPERLY	X	WIRE	TRIP WIRE	OPEN CIRCUIT	BROKEN	CP 47-1-BUS	CL
RELAY-DIP	CR6	67	W	INTERMITT	R	CONTACT	C DIRECTINAL	PART LOOSE	SHORT SCREW	NC H-41-40-B	WH
RELAY-DIP	IBC	67	GE	CALIBRATION	R	HARDWARE	C DIRECT. YOKK	PART DAMAGE	BROKEN	NC H-41-FR-B	FR
RELAY-DIP	IBC	67	GE	CALIBRATION	R	HARDWARE	A DIRECT. YOKK	PART DAMAGE	BROKEN	NC H-41-FR-B	FR
RELAY-DIP	IBC	67	GE	CALIBRATION	R	HARDWARE	B DIRECT. YOKK	PART DAMAGE	BROKEN	NC H-41-FR-B	FR
RELAY-DIP	IBC	67	GE	CALIBRATION	R	HARDWARE	C DIRECT. YOKK	PART DAMAGE	BROKEN	NC H-42-FR-B	FR
RELAY-DIP	IBC	67	GE	CALIBRATION	R	HARDWARE	A DIRECT. YOKK	PART DAMAGE	BROKEN	NC H-42-FR-B	FR
RELAY-DIP	AM2	67	W	IMPROPERLY	X	ADJUSTM	SENSITIVITY	PICK UP	TOO LOW	CA H-44-IA-B	IA
RELAY-DIP	KCM	21	YES	MISOPERATE	R		86C BEARINGS	CLEARANCE		NC Q-1-MF-WF	WF
RELAY-DIP	KC41	21	W	CALIBRATION	R	ADJUSTM	0-0 UNIT	PICK UP	TOO HIGH	CA 3-MF-T	MF
RELAY-PRESS	SPR	63	W	PART DROPP	R	ALDRRELY	63SPK	CONTACT	NOT MAKING	XX L-71-KN-B	KN
RELAY-PRESS	SPR	63	W	NORMAL	R	HARDWARE	HANDLE-VALVE	PERSONNEL	BROKEN	XX H-45-IT-B	IT
RELAY-PRESS	SPR	63	W	NORMAL	R	HARDWARE	RESET BUTTON	FOREIGN MATR	BUSTED	CP H-43-IT-B	IT
RELAY-PRESS	SPR	63	W	INTERMITT	R	BONE	DC GROUND	GROUND	DC GROUND	XX 2-21-T	TL
RELAY-PRESS	SPR	63	W	PART DROPP	R	PLUG	WALL PLUG J	PART LOOSE	UNSOLDERED	CP 71-KX-B	KX
RELAY-PRESS	SPR	63	W	NORMAL	R	WIRE	100	WELDING	NOT CONTEC	CP L-72-KX-B	KX
RELAY-RECL	FLR	79	GE	NORMAL	D	ALDRRELY	FLR	NONE		NO R-19-4N-G-K	4N

depth. These failure rates appear to be constant failure rates over the life of the components and cannot be related to maintenance. There is no maintenance program that will catch this type of failure before it occurs. About the only way to mitigate this type of failure is to buy equipment containing the more expensive components that have been through screening, burn-in, and temperature cycling, etc., tests. It is also a very complex procedure to sum component failure rates to arrive at an electrical equipment failure rate. Rather than trying to anticipate component failure rates, the actual equipment failure history will be used. Since all failures cannot be foreseen, the maintenance program should only be based on the past failures that could have been avoided by specific preventive procedures.

The *IEEE Dictionary* defines three failure periods: the early failure period, the constant failure period, and the wear-out failure period. They are illustrated in Fig. 2. The early failure period should have no effect on the solution of an optimum maintenance period. As a side thought, it may be advisable to do the first maintenance on an item that would be normally put on a two-year period in six months rather than wait the full two years. An early failure may be caught on an item with an important function.

The constant failures and wear-out failures are the ones of concern here. Most constant failures happen suddenly and most wear-out failures happen gradually. The IEEE defines sudden failure as a "failure that could not be anticipated by prior examination or monitoring," and a gradual failure as a

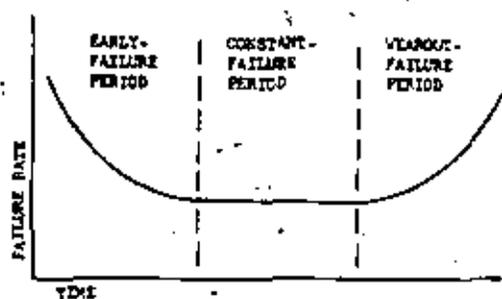


Fig. 2. Failure rate curve.

"failure that could be anticipated by prior examination or monitoring."

These failures can have two effects on the electrical equipment. First, they can cause the equipment to operate falsely. A good example is a static protective relay that will trip a circuit breaker on a sunny day when there is no primary circuit fault. Second, these failures can cause the equipment to fail (an operation failure). An open coil on a tripping relay will prevent the relay from operating on a stormy day with a fault on the line. A false operation as used here is when the primary or secondary function of a piece of electrical equipment is enabled, permanently or momentarily, by a component failure or a component level drift. An operation failure as used here is when the primary or secondary function of a piece of electrical equipment is disabled, permanently or momentarily, by a component failure or a component level drift. Table II shows the estimated effectiveness of a superior

TABLE II
MAINTENANCE EFFECTIVENESS

	FAILURE RECEPTION		ESTIMATED EFFECTIVENESS OF PREVENTIVE MAINTENANCE
	SUDDEN	GRADUAL	
FALSE OPERATION	X		0%
		X	UP TO 100%
OPERATION FAILURE	X		0 TO 50%
		X	UP TO 100%

maintenance program against the above failures. There is usually no way to maintain against a sudden failure causing a false operation. Thus the data pertaining to this type of failure should not be used.

There is less than a 50 percent chance of catching a sudden failure causing an operation failure. In the case of equipment that must function often, such as daily, hourly, or less, the chance is about 0 percent. In the case of a protective relay that may function once in five years, there is an even chance the failure will be caught by maintenance. If the failure occurs before maintenance and the maintenance occurs before a fault, it will be caught, otherwise not. A shorter preventive maintenance period is not the answer. Cleaning the relay more often will not prevent a sudden failure. However, in the case of an important relay, frequent diagnostic checks (checking the relay function) would be a help, but would still not be nearly 100 percent effective. These data pertaining to sudden operation failures should also be eliminated from the usable data.

The collection of data of 10 000 failures of electrical control and monitoring equipment by the Cleveland, OH, Electric Illuminating Company (CEI) has yielded the following results. Only about 25 percent of equipment troubles are of the type that can be prevented. And it is only to those 25 percent that the formula for optimum preventive maintenance interval applies. Of the other 75 percent, 10 percent are of the nature of equipment failing in the operative mode. That is, the equipment will operate when it should not, and there is nothing that can be done to prevent or foresee the failure. An example is a circuit breaker tripping because of a capacitor shorted in a relay. No reasonable test program or amount of money can be used to prevent this occurrence. Therefore, it should be expected and accepted that these troubles will occur.

What about the remaining 65 percent of the failures? They are of the type where the equipment fails in the inoperative mode waiting for an external influence to call upon it to operate. This brings about the question of diagnostic testing as a means of uncovering these failures before they can create other problems. As long as the external influences are infrequent in terms of months and years (as faults that cause protective relays on a power system to operate) there is a chance to discover and repair the failure through diagnostic testing. The calculation of optimum diagnostic testing intervals will be covered later.

OPTIMUM PREVENTIVE MAINTENANCE INTERVALS

The prevention of gradual failures that cause both false operations and operation failures is the realistic goal of a pre-

ventive maintenance program. Once again, the gradual failures are the result of moisture, dirt, shock, vibration, heat, personnel, and continuous functioning which causes wear.

The formula for the optimum maintenance interval is derived from the formulas of the curves in Fig. 1. The curve for the cost of preventive maintenance is relatively easy to derive. The shorter a maintenance interval is, the more spent in preventive maintenance dollars per year. Typically, if the maintenance interval is cut in half, the maintenance cost per year will double. In other words, the dollars are inversely proportional to the interval as

$$A = M/P$$

where A is the annual cost to maintain one unit of electrical equipment, M is the cost to maintain one unit of electrical equipment whether it be incurred once a month or once every five years, and P is the maintenance interval in years.

The curve for the cost of equipment failure is less straightforward. By taking the average cost per failure, which will be discussed later, and multiplying it by the failure rate which is failures per unit per year, the result is again cost per unit per year. These are the same units as in A above. Thus,

$$B = F \times \lambda$$

where B is the annual cost of failure of one unit of electrical equipment, F is the average cost of a single failure whenever it occurs, and λ is the number of failures per unit per year.

The parameters M and F in the above two equations will be derived later. The parameter λ needs some discussion now. λ is the failure rate. If it were constant, the curve of B would be a straight line. The curve of B should increase with time and thus be a function of time (maintenance interval). A good approximation of λ is

$$\lambda = \lambda_0 \times P^2$$

where λ_0 is the base failure rate in failures per unit divided by (year)³, and P is the period or maintenance interval in years.

The choice of exponent for P is 2. If it were 1, the curve of cost of preventive maintenance in Fig. 1 would be a straight line through the origin, which does not appear to be typical of gradual failure rates. If the exponent were 3, the curve would rise too sharply. At the Cleveland Electric Illuminating Company, the exponent of 2 is presently an acceptable approximation, and the optimum maintenance intervals so derived are acceptable. Most of the CEI maintenance intervals using the exponent of 2 had little change in an expected direction. There were a few items whose interval changed significantly. The electrical industry can modify the exponent 2 in the future, but the new value will probably be close to 2. Values of exponents of 1.5 and 2.5 will change the optimum maintenance interval by approximately -10 percent and +10 percent, respectively, for intervals calculated in the five-year range. For intervals in the two-year range, the exponents 1.5 and 2.5 will change the interval by -4 percent and +3.6 percent. The exponent of 2 is presently acceptable for the calculation. CEI plans to recalculate main-

tenance intervals in five years. If the same intervals are calculated, the exponent will be assumed accurate.

The base failure rate λ_b will be used in the final formula. It is equal to

$$\lambda_b = \lambda/P^2$$

where P is the present maintenance interval in years, and λ is the average failure rate for the maintenance interval P and is calculated from the history data as

$$\lambda = N/Q$$

where N is the average number of failures per year of all of the same type or group of electrical equipment in service, and Q is the quantity of that type of electrical equipment in service.

As an example, if ten amplifiers in service for five years have 20 failures, Q equals 10 and N equals $20/5 = 4$. λ will equal $N/Q = 0.4$, and if the maintenance interval is six months, the λ_b will equal $0.4/(1/2)^2 = 1.6$.

The total annual cost (T) is the sum of the annual cost of preventive maintenance and the annual cost of failure, or

$$T = A + B = (M/P) + (F \times \lambda_b \times P^2).$$

Once again, this formula represents the total cost curve in Fig. 1. To find the least total annual cost point on the curve, the above formula should be differentiated with respect to P , set to zero, then solved for P . Thus

$$\frac{dT}{dP} = \frac{d}{dP} (M/P + F\lambda_b P^2)$$

$$0 = -MP^{-2} + 2F\lambda_b P$$

$$P = \sqrt{\frac{M}{2F\lambda_b}}$$

This is the formula to use to solve the optimum preventive maintenance interval. All that needs to be done is to plug in values for M , F , and λ_b . This formula solves the value of P that corresponds to the least total annual cost point on the curve in Fig. 1.

M , the cost to maintain one unit of electrical equipment, is

$$M = H_M \times OH \times W.$$

F , the cost of the average failure, is

$$F = H_F \times OH \times W + C.$$

λ_b , the base failure rate, is

$$\lambda_b = \lambda/P^2 = N/QP^2.$$

The parameters in the above equations for M , F , and λ_b are defined as follows.

H_M is the total man-hours to maintain one unit of electrical equipment including travel time and time spent by others such as switching time by operators.

OH is the appropriate overhead rate in per unit plus one. If the overhead rate is 90 percent then OH equals 1.9.

W is the average wage rate adjusted to include overtime when necessary. The wage rate should also be adjusted if different classifications of personnel are used for maintenance and troubleshooting.

H_F is the average total man-hours to repair a single failure, including travel and time spent by others, such as switching time. This time and H_M above are the cumulative time of all personnel involved in correcting the failure.

C is the nonlabor cost associated with the failure. It is the sum of the following.

- 1) The average loss of revenue per equipment failure. A question of customer reliability arises with the use of loss of revenue costs. It is discussed below. Increased costs of using less efficient generation during equipment failure should be included.
- 2) The average cost of replacement parts both of the failed part and of any other damaged part associated with the failure.
- 3) All other costs associated with the failure, including potential safety hazards, high voltage, overloading, and reduced system reliability.

P_p is the present period or present maintenance interval associated with the time over which the failure history data were collected.

N and Q are defined above.

With M , F , and λ_b equations substituted in the formula for optimum maintenance interval, P becomes

$$P = \sqrt{\frac{H_M \times OH \times W \times Q \times P_p^2}{2N(H_F \times OH \times W + C)}}$$

Table III is a worksheet for use in calculating the optimum maintenance interval.

If the optimum maintenance interval were based solely on least cost, customer service reliability would suffer. It would not be difficult to imagine the average residential customer experiencing outages of several hours per month. Since customer reliability is of prime importance, a factor that will adjust the optimum maintenance interval accordingly must be used. The most straightforward way to do this is to multiply the average loss of revenue per failure by the factor. This will adjust the cost of customer outage up and subsequently reduce the optimum maintenance interval. An approximate value of the factor is 10. The average loss of revenue per equipment failure which is a part of parameter C in the optimum maintenance interval formula should be multiplied by 10. Thus, customer service reliability will be accounted for in the formula.

Another method of accounting for customer service reliability is to plot the total annual cost curve first (without using the multiplying factor of 10). On the same graph, plot the value of $N = \lambda_b Q P^2$, which is a plot of the average number of failures per year. Using the graph, a managerial decision

TABLE III
OPTIMUM PREVENTIVE MAINTENANCE INTERVAL CALCULATION WORKSHEET

Equipment type		
H_M	_____ hours/unit	The sum of the following hours to maintain one unit of equipment. 1. On-the-job maintenance hours of all personnel. _____ 2. Total travel time. _____ 3. Total time spent by others, such as switching time. _____
OH	_____	The appropriate overhead rate is per unit plus one. If the overhead rate is 50% then OH is 1.5.
W	_____ dollars/hour	The average wage rate of personnel adjusted to include overtime where necessary. Wage rate of maintenance personnel may be different from trouble shooting personnel.
Q	_____ units	The quantity of equipment in service over the period of time, the failure history data was collected.
P_P	_____ years	The present period or maintenance interval over the period of time the failure history data was collected.
F	_____ units/year	The average number of preventable failures per year of equipment.
H_F	_____ hours/unit	The average cumulative time to repair a single failure, including: 1. On-the-job hours to correct the failure. _____ 2. Total travel time. Do not use if failure is corrected during routine maintenance. _____ 3. Total time spent by others such as switching time. _____
C	_____ dollars/unit	The non-labor costs associated with the average failure including: 1. The average loss of revenue associated with the failure multiplied by 10, if necessary. _____ 2. The average cost of replacement parts of both of the failed part and any other damaged part associated with the failure. _____ 3. All other costs associated with the average failure including potential safety hazards, high voltage and overloading. _____
P_0	_____ years	$P_0 = \sqrt[3]{\frac{H_M \times OH \times W \times Q \times F}{3 \times (H_F \times OH \times W + C)}} = \text{the optimum maintenance interval}$

can be made as to what maximum total annual costs are acceptable for a minimum value of N . The corresponding value of P (interval) on the graph will be the desired interval.

The Cleveland Electric Illuminating Company's method of compiling failure history data is shown in Table I. It is one page of a semiannual report. This system has been in operation for seven years, and it is possible to compile all the data in one report. The data are listed by equipment type. There are several ways to divide the data into categories in order to calculate preventive maintenance intervals. One is to group together all the equipment with the same function, such as all directional relays. Another is to group together all the same type of equipment, such as CR or IBC relays. A third way is to group equipment by use such as distribution feeder relays or generator relays. The user shall use his own discretion. CEI uses a combination of the above as shown in Table IV.

Once the group of data is known, the process of weeding out the unwanted data begins. First, all failures found during initial testing are thrown out. Then duplicate data, those marked "trouble still exists" and later corrected by another tester, must be eliminated. Next, all data where no troubles were found on a suspected failure are removed. And finally, all data pertaining to nonpreventable failures are eliminated.

From the remaining data, N , the average number of failures per year, can be determined by adding up the number of failures left and dividing that number by the period of time the report covers. The period of time should be a minimum of two years; the longer the better. Table I does not list the time to repair the failures, but the computer has that information stored. That average time can be determined, and a percent travel factor can be used to multiply the time and time spent by others can be added in to arrive at H_F . The remaining parameters in the equation for optimum maintenance interval can be determined by the user. The parameter C needs some

good estimating. An error of 20 percent will affect the formula by only about 6 percent (for typical calculations that were made). Table IV lists the old intervals and the proposed new intervals of preventive maintenance as determined by the Cleveland Electric Illuminating Company.

OPTIMUM DIAGNOSTIC TESTING INTERVAL

Diagnostic testing is done on equipment that seldom functions like a protective relay on a power system. There is no advantage to testing done on a piece of equipment that operates most of the time, because the type of failures of concern here causes the equipment to be inoperative. This would surely be noticed.

The object of diagnostic testing is to catch sudden failures of the operation failure type. This type of failure has a constant failure rate (which is here called α) according to *Military Handbook 217B*. These failures can be expected to occur constantly over the life of the equipment.

The formula used to calculate the optimum diagnostic testing interval is slightly different than the one used to calculate the optimum preventive maintenance interval. Both formulas are based on the least total annual cost to the company.

The annual cost associated with performing diagnostic tests is M/P , which is similar to the M and P explained previously under preventive maintenance calculations. All annual costs used here have units of dollars per unit year. M/P is the curve in Fig. 3, which is the cost of diagnostic testing. The annual cost associated with repairing the failures is $F\alpha$ where F is

$$H_M OH W + C_1$$

where H_M , OH , and W are the parameters associated with

TABLE IV
 OPTIMUM MAINTENANCE INTERVALS

	TEST INTERVAL IN MONTHS			PROPOSED NEW PREV. MAINT.
	OLD PREV. MAINT.	CALCULATED PREV. MAINT.	CALCULATED DIAGNOSTIC	
BATTERY CHARGERS	12	18	-	18
OSCILLOGRAPH	1	1	-	1
PA AMPS @ EL.	1	1	-	1
PA SPR @ HDET @ EL.	6	6	-	6
PA @ SERVICE CTNS.	3	6	-	6
PA @ OTHER PLANTS	2	4	5*	4
RECLOSER - VEA & ITC	36	36	-	36
RECORDING INSTRUMENTS	2	1	①	1
REGULATION - FEEDERS	12	18	18*	18
REGULATION - BANKS	6	12	11*	12
REGULATION - PLANTS	6	9	9*	9
RELAYS - 3KV FEEDERS	36①	120	18②	120
RELAYS - OTHER DISTR.	24	64	24④	72
RELAYS - TRANS. & SUBTR.	24	72	36*	36
RELAYS - 1/2 & 3/4 SPLTS.	12	48	19*	24
RELAYS - PLANT AUX.	24	120	84*	84
RELAYS - GENERATOR	12	24	-	24③
RELAYS - OTHER PLANT	12	48	81*	48
RELAYS - CUSTOMER	24	84	84*	84
RELAYS - @ JUMPER	12	36	30*	30
RELAYS - SPR	12	18	17*	18
RELAYS - FAULT PRICE.	24	20	20*	24
RELAYS - TEMPERATURE	36	60	60*	60

* No diagnostic testing program will be instituted.

① No diagnostic testing done because operators constantly watch instruments.

② Diagnostic test period increased from 1 year to 1.5 years.

③ Just doing diagnostic testing now, no preventive maintenance.

④ Institute diagnostic testing for second and fourth years and preventive maintenance for sixth year.

⑤ Usually done with generator off line.

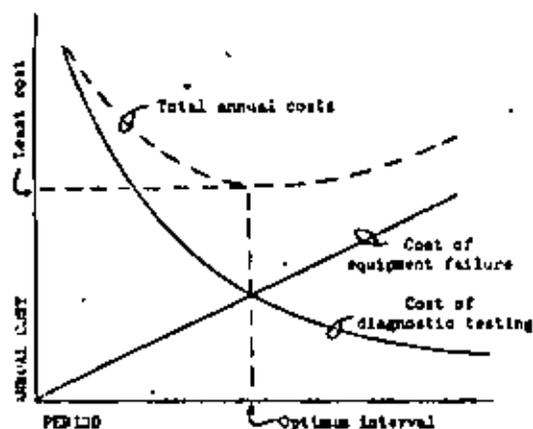


Fig. 3. Total diagnostic testing costs.

costs is

$$(C_2 + C_3 + C_4)\alpha f(P)$$

where $(C_2 + C_3 + C_4)\alpha$ is the maximum annual cost of the failure, not including cost of repair. It would occur if no operation failures were caught and repaired beforehand. $f(P)$ needs to be defined and is some function of P that as of this time has not been resolved. It will be a curve that increases with time or period. For purposes of illustration a straight line is chosen in Figs. 3 shown as the cost of equipment failure.

The total annual cost T (see curve of Fig. 3) of diagnostic testing is

$$T = M/P + Fa + (C_2 + C_3 + C_4)\alpha f(P).$$

Fa has no effect on the determination of an optimum P because it is eliminated as T is differentiated with respect to P . Once $f(P)$ is known the whole equation for T can be differentiated, set equal to zero, and solved for the optimum diagnostic testing interval as was done for the optimum preventive maintenance interval. Table IV is the summary of old and new diagnostic and preventive maintenance intervals. $f(P)$ was set equal to P as an exercise.



Douglas J. Shelliga received the B.E.E. degree from Cleveland State University, Cleveland, OH, in 1969.

He has been with the Cleveland Electric Illuminating Company, Mayfield, OH, for 18 years. He spent four years in the Field Testing Section as a Relay Tester and 12 years as an Operations Engineer.

diagnostic testing, which again are similar to the definitions for preventive maintenance. C_1 is the cost of replacement components only and not of other damaged parts or other intangible costs, and α is the failure rate, which is a constant. As it turns out, Fa is a constant annual cost and is a horizontal line (not shown) on the graph of Fig. 3. It will have no effect on a calculation of optimum diagnostic interval as will be shown.

As diagnostic testing is done more often, more failures will be caught before they can affect company operation. When a failure affects company operation, additional dollars (other than repair costs) are forfeited through loss of revenue, damage to equipment other than the failed component, and other intangible costs (these costs are called C_2 , C_3 , and C_4 below, respectively). Thus, less dollars would be spent annually as more and more failures are caught before they can adversely affect company operation.

The annual cost associated with costs other than repair



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

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

MANTENIMIENTO DE ACABADOS

Ing. Rubén Avila Espinosa

AGOSTO, 1983

ING. RUBEN AVILA ESPINOSA

MANTENIMIENTO DE ACABADOS Y RECUBRIMIENTOS

Los acabados y recubrimientos (A y R) deben estar bien definidos desde el proyecto mismo de los edificios y del diseño de equipos, partes, etc.

Todo lo que a continuación se discute es aplicable a edificios, equipos, partes etc. pero para facilidad de exposición, se enfoca al aspecto de edificios.

Los acabados y recubrimientos que aparecen en los planos del proyecto, deben haber sido seguidos en la ejecución de la obra, si esto no es así, es necesario actualizar los planos.

Desde luego que los proyectos no llevan los detalles de los recubrimientos, muchos de los cuales fueron puestos a criterio del contratista constructor. Ahora bien, el Jefe del Departamento de Mantenimiento de edificios debe formular desde el principio, un programa de mantenimiento a los A y R, en base a su experiencia, estudios y recomendaciones del constructor ó fabricante.

ING. RUBEN AVILA ESPINOSA.

(2)

Sobretudo en un principio, el jefe debe vigilar de cerca el comportamiento de esos A y R, adelantar, retrasar ó cumplir la cédula de los primeros servicios de ellos de acuerdo al deterioro que se observe; como ya se vió este proceder hace que los programas sean dinámicos.

Cuando llega el tiempo (o en su caso la necesidad por deterioro no natural), de efectuar un mantenimiento ó reparación, surgen al jefe de mantenimiento las siguientes preguntas:

- ¿ Que procesos, características y calidad de materiales, mano de obra, colores, etc. debo usar ?
- ¿ Debo respetar el proyecto original ?
- ¿ Quién debe decidir al respecto ?

El punto de inicio aparentemente lógico es el de seguir el proyecto original en todos sus aspectos, teniendo en cuenta los de vida, calidad, apariencia, etc.

Pero, mi opinión es que la necesidad de dar un mantenimiento constituye una excelente oportunidad para que el ingeniero de mantenimiento "muestre" su capacidad técnica (e inclusive artística), a los Directores de la empresa, sugiriendo

modificaciones que redunden en mejores y más económicos acabados. Lo anterior se dice brevemente, pero implica conocimientos de puntos tales como: vida útil, precios del mercado, amortización, estética, creatividad, moda, mantenabilidad propiedades físico-mecánicas-químicas de los materiales, análisis de modo, criticidad y efecto de fallas, etc.

Considero que un análisis serio de cada caso importante, mostrará que casi -- siempre es posible mejorar el proyecto original, ya que por ejemplo, los costos de los materiales y mano de obra, sobretodo actualmente son sumamente variables y lo que era económico hace medio año ahora ya no lo es. Otro factor muy cambiante, es la moda, misma que requeriría de un estudio aparte, ya que es una consecuencia social del tiempo y del espacio.

Además de todo lo anterior, obviamente tenemos el hecho de que el ingeniero - mantenista debe ser un conocedor de la "ingeniería de la calidad"* lo que se debe traducir directamente en economía.

* Recordemos que la ingeniería de la calidad incluye: mantenibilidad, fiabilidad, disponibilidad, seguridad, servicio, análisis de falla, metrología, etc. todo esto en sus enfoques técnico-económicos.

Resumiendo lo anterior, considero que: el ingeniero de mantenimiento debe asumir la responsabilidad de diseñar diferentes acabados y recubrimientos para mejorar los originalmente proyectados.

ING. RUBEN AVILA ESPINOSA

ACABADOS Y RECUBRIMIENTOS

1.- Definiciones

De acuerdo a un diccionario el "ACABADO", es la última operación destinada a "perfeccionar" una obra ó labor; y RECUBRIMIENTO es el cubrir ó volver a cubrir.

Desgraciadamente lo anterior no nos aclara mucho el panorama.

Por experiencia he encontrado que la definición del arquitecto ó del ingeniero constructor es diferente a la que tienen los ingenieros industriales, mecánicos ó químicos.

Para los primeros, ambos términos son prácticamente sinónimos y quieren decir todo aquello que se pone sobre un material base, sin importar su objetivo. Todavía más, para los arquitectos, al material base ó estructural le llaman "acabado base" ó "acabado inicial", añadiendo en dado caso, el "acabado intermedio", y el "acabado final". Mi punto de vista es que esto es incorrecto, ya que en primer caso se debe hablar de un "material base" y solamente se debe decir "acabado base" cuando dicho material lleve un tratamiento superficial específico para un objetivo concreto. El "acabado intermedio" es usualmente un recubrimiento.

(5)

Por ejemplo: Un arquitecto puede decir para un piso

Acabado base: losa de concreto de f'c 300 kg/cm

Acabado intermedio: firme de cemento con endurecedor

Acabado final: escobillado

Otro ejemplo:

Acabado base: lámina antiderrapante

Acabado intermedio: primario a base de

Acabado final: pintura epóxica.

Para los ingenieros, los términos tienen acepciones bien definidas, dependiendo del objetivo que se persiga con el tratamiento superficial.

ACABADOS

El acabado es un tratamiento físico o químico a una superficie, para modificar su geometría ó propiedades. Los acabados pueden tener varias intenciones, por ejemplo:

- a) Modificar la superficie en su rugosidad, brillo, ondulación, reflexión, aspecto, textura, coeficiente de fricción.
- b) Limpiar, reterner aceite, pretensionar, fatigar, etc.
- c) Dar sensaciones ó propiedades táctiles especiales.

Los acabados pueden ser burdos, medios, finos, superacabados, microacabados, ultraacabados.

Algunos nombres de acabados son: pulido, bruñido, asentado, lapeado, lapidado, rectificado, esmerilado, rolado, joneado, limpiado, cardeado, cepillado, granallado, blasteado, (arena, vidrio, calicasa, alambre), perdigomado, tamborilado, lijado, rehileteado, etc., etc.

RECUBRIMIENTOS

Los recubrimientos para los ingenieros son capas de material que se aplican ó forman con diversos fines.

Los objetivos más comunes que se persiguen son los de:

- a) Protección ó mejoramiento de su resistencia a la corrosión, abrasión, desgaste, impacto, y rayado.
- b) Modificación de las texturas, color, brillo, aislamiento, etc.

Cabe hacer notar que existen recubrimientos por ejemplo el pavonado, ó anodizado, en los que la capa no proviene de un material de aporte, si no que se hace por reacción química superficial del propio material inclusive, por ejemplo: en canales, pisos, tejas, se forman películas biológicas que mejoran ó modifican su permeabilidad, a estos recubrimientos los denominaremos "por conversión".

REVESTIMIENTO

Este término debe de ser reservado para recubrimientos relativamente gruesos ó sea, que se puede hablar de dos materiales que forman una rígida unión, por ejemplo los "metales" de las bielas.

Ojalá y se pudiera incidir en las Escuelas de Ingeniería y sobre todo en las de Arquitectura, para que se hiciera uso correcto de los términos, reservándose el de ACABADO para los tratamientos superficiales y el de RECUBRIMIENTO para el de capas aplicadas.

ING. RUBEN AVILA ESPINOSA.

2.- Recubrimientos metálicos

Caerfa fuera del alcance de esta presentación, el siquiera mencionar las intenciones principales que se persiguen con los diferentes recubrimientos metálicos, los cuales, como su nombre lo indica, son capas que se aplican ó forman sobre otros metales, o bién sobre plásticos ó materiales sílicos. Mencionaremos solo el nombre de los más usuales:

Zincado, cromatizado, cromado, cobrizado, plomizado, cadminizado, fosfata--do, pavonado, anodizado, níquelado, estañado, "tropicalizado", "bonderiza--do".

3.- Recubrimientos no metálicos.

Mencionaremos lo más usuales sobre materiales industriales:

- Pintura
- Esmalte
- Primario
- Laca
- Barníz
- Cera

- Tinta
- Sellador

NOTA: Hay recubrimientos que son parte metálicos y parte no metálicos, principalmente primarios y pintu--

- Resina
- Aceite
- Espumas poliméricas
- Plástico
- Hule

ras.

4.- Pinturas

El recubrimiento por pintura es probablemente el de mayor difusión en la industria de la construcción. Las pinturas más usuales son:

Vinílicas, epóxicas, acrílicas, elastoméricas, alquídicas, ahuladas, plásticas, etc.

Esencialmente una pintura está formada por: un pigmento y un vehículo, este último está formado por resinas, aceites, plastificantes, secadores, aditivos, cargas, solventes, diluyentes, etc...

Las pinturas cubren usualmente una doble función, la primera es la protección anticorrosiva y la segunda es la de colorear.

Siendo éste el más usual de los recubrimientos, puede uno imaginarse la gran cantidad de "Tipos" de pintura que hay; normalmente se le denomina tanto por su base química, como por el ambiente ó condiciones en los que van a trabajar, ó por los agentes a los que es resistente.

Ejemplos:

- a) Exteriores ó interiores
- b) Ambientes: seco (humedad relativa menor a 60%), húmedo, húmedo salino.
- c) Resistentes a la exposición de: agua, gases del azufre, agua salada, destilados tratados, destilados sin tratar, fuego (retardante).

②

d) Para trabajar a: alta temperatura, baja temperatura.

5.- Pruebas a pinturas

Es común, que equivocadamente, los departamentos de arquitectura, mantenimiento, etc. de una industria ó empresa tiendan a especificar el tipo de pintura en términos de su composición y en el mejor de los casos los parámetros de su función.

Considero que lo importante es su comportamiento, por lo que es importantísimo llevar a cabo pruebas sobre ellas, para asegurar que el mismo sea el que requerimos para una función ó condición. Por lo tanto la mejor forma de especificar una pintura, es la de mencionar las pruebas, con sus calificaciones, que debe pasar una pintura ya aplicada. Desde luego, que se deben mencionar las normas, grados, muestreos, probetas (de laboratorio ó piezas reales), criterios de evaluación, etc.

Está fuera del alcance de esta presentación el ir más allá de este punto, pero no se puede menos que mencionar algunas de las pruebas más significativas que se recomienda hacer a las pinturas ya aplicadas.

Pruebas físicas (anotadas por importancia usual):

a) Adhesión

b) Espesor

(12)

- c) Rayado
- d) Resistencia a niebla salina
- e) Resistencia a exposición ó fluidos especiales (por ejemplo: agua, gasolina, vapores y gases).
- f) Flexibilidad
- g) Dureza
- h) Deterioro bajo luz solar ó especial (fadeo).
- i) Poder cubriente.

Las pruebas de apariencia pueden considerarse en base a muestreos ó en base a valores.

- a) Color (contra patrones, muestrario munsel; valores LAB, XYZ, etc., etc).
- b) Brillo

NOTA: Basta como ejemplo el decir que una pintura automotriz lleva de unos cinco a siete pasos de limpieza, unos tres substratos base, dos primarios y varias manos de esmalte, además de un posible barniz transparente. Estas pinturas pueden llevar unas cuarenta ó cincuenta -- pruebas diferentes.

(13)

6.- Preparación de superficies previa a la pintura.

Veinte años de experiencia en contacto con calidad de recubrimientos en metales, me han mostrado que más del 70% de las veces de los problemas que se tienen con productos pintados son por una mala limpieza y preparación de superficies, un 20% de estos problemas son por pobres técnicas ó métodos de aplicación y solo un 2-4% de las veces son por la calidad misma de la pintura (siempre y cuando esta haya pasado sus pruebas de laboratorio).

Lo anterior pone de manifiesto, la importancia de cuidar la preparación de las superficies en el método de aplicación.

7.- Pinturas y mantenimiento.

Desgraciadamente es común en nuestro medio que se tenga cierto cuidado en el pintado inicial de edificios, pero que para repintadas posteriores se descuide su calidad y aplicación. Lo anterior, además de ser nefasto por el pobre aspecto que se logra, a la larga resulta antieconómico.

Es necesario que las repintadas se hagan con cuidado y se usen buenos materiales, esto redundará en economía a un medio y largo plazo.

En la mayoría de las ocasiones, el repintado es bastante más difícil que el pintado inicial, ya que si ha habido excesos en los recubrimientos es necesario remover la pintura inicial y tratar nuevamente la superficie base.

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL 1983

NOMBRE Y EMPRESA	DIRECCION PARTICULAR
1. Sr Luis Avilés Quezada C.B. Tis. N° 151 Km 187 Carretera 57 México-Piedras Negras Tymo. San Luis Potosí Matehuala, S.L.P.	Av. Monte Blanco N° 207 FOVISSSTE Matehuala, S.L.P.
2. Ing. Alfonso Barrientos Camarena Deiman, S.A. de C.V. Acatl N° 320 Fracc. Indns Azcapotzalco 02700 México, D.F. Tel. 561 42 00	Ret. 1 N° 15 Postilla Col. Jardín Balbuena Delegación Venustiano Carranza 15900 México, D.F. Tel. 571 20 70
3. Sr. Jaime Brito Rodríguez	Ixtlahuaca N° 66 Col. Cumbria Cuautitlán Izcalli Edo. de México Tel. 873 24 37
4. Arq. Arturo Del Olmo Reyes Industrial de Abastos Las Granjas N° 1000 Col. Azcapotzalco México, D.F. Tel. 522 86 22	Paseo de los Duraznos N° 65-102 Paseos de Taxqueña Coyoacán 04250 México, D.F. Tel. 670 15 92
5. Ing. J. Esteban Chavarría Salas Nacional Financiera, S.A. Isabel La Católica N° 51 Centro México, D.F. Tel. 518 16 80	Revolución N° 22 Col. Zapotitlán Delegación Tlahuac C.P. 13300 Tel. 915 8 45 04 20
6. Lic. Rafael Espinosa Jiménez Yoga Ingenieros, S.A. Av. Chapultepec N° 151-1 Col. Juárez Delegación Cuauhtémoc México, D.F. Tel. 535 02 38	Cafetales N° 168-4 Col. Agrícola Coapa Delegación Tlalpan 14390 México, D.F.
7. Lic. Rafael Flores Martínez Senado de la República Xicotencatl N° 9 Centro México, D.F. Tel. 510 99 27 y 518 49 69	Molino N° 67 Residencial Coapa México, D.F. Tel. 594 74 34

8. Sr. Jorge Flores Martínez
Laboratorios ABC,
Química Investigación y Análisis, S.A.
Tepeji No. 86
Col. Roma
México, D.F.
Tel. 564 15 52 y 564 21 06
Av. 509 No. 141
Col. Unidad S. Aragón
Deleg. Gustavo A. Madero
México, D.F.
9. Sr. Pedro García Pérez.
Pamosa Papelera de Morelos, S.A.
Distrito de Cuauhtémoc,
Km. 115.5 Carr. Los Reyes-Zacatepec
Apizaco, Tlaxcala.
Tel. 711 33 y 721 32
Fray José de la Coruña No. 31
Col. Vasco de Quiroga
Deleg. Gustavo A. Madero
México, D.F.
10. Sr. Gustavo Adolfo Gómez Anaya
Industrias Mecánicas Gómez, S.A.
Camelia No. 24
Col. Guerrero
Deleg. Cuauhtémoc
06300 México, D.F.
Tel. 529 73 52 y 529 25 35
Peñón No. 33
Centro
Deleg. Cuauhtémoc
México, D.F.
Tel. 529 31 45
11. Ing. Luis de Jesús Gómez Trejo
Instituto Mexicano del Seguro Social
Cuauhtémoc 330
Col. Doctores
México, D.F.
Tel. 761 11 22
Av. Granjas No. 59 Edif. B-101
Col. Jardín Azpéitia
Deleg. Atzacotalco
México, D.F.
Tel. 355 50 23
12. Sr. Jorge Arturo Jiménez Sierra
Nacional Financiera, S.A.
Isabel la Católica No. 51
Centro
México, D.F.
Tel. 585 00 24
Ing. José Arturo León Mora
Constructora e inmobiliaria Lar, SA de
Río Pantepec No. 9
Col. Cuauhtémoc
Xalapa, Ver.
Tel. 7 54 75
13. Sr. Gaulo Cosme López Eguirrola
Instituto Politécnico Nacional
Comisión de Operación y Fomento
de Actividades Académicas
Av: Inst. Politécnico Nacional
Tolosa y Tresguerras
Deleg. Gustavo A. Madero
06040 México, D.F.
Tel. 585 40 22
Andador 28-Edif. 250 A-202
Unidad Acueducto de Guadalupe
Deleg. Gustavo A. Madero
07270 México, D.F.
Tel. 391 35 17
14. Sr. Tristán F. López Eguirrola
Instituto Politécnico Nacional
The No. 950
Col. Granjas México
Deleg. Iztacalco
08400 México, D.F.
Tel. 579 94 22
Cafetal No. 594-2
Col. Granjas México
Deleg. Iztacalco
08400 México, D.F.
Tel. 657 23 70

15. Ing. Pedro Luna Rodríguez
Richardson Vicks, S.A. de C.V.
San Andrés Atoto No. 326
Col. San Francisco Cuautlalpan
Naucalpan, Edo. de México
Tel. 576 49 00
16. Arq. Juan José Madero Santóscoy
Arquitectos Ingenieros, S.A.
Av. Eugenia No. 1205-C
Col. Del Valle
Deleg. Benito Juárez
03100 México, D.F.
Tel. 543 81 14
17. Sr. José Luis Medina Ascanio
Deiman, S.A. de C.V.
Acatl No. 320
Fracc. Ind. San Antonio
Deleg. Azcapotzalco
02760 México, D.F.
Tel. 561 42 00
18. Sr. Alfredo Emmanuel Ortiz
Teléfonos de México, D.F.
Sullivan No. 199-202
Col. San Rafael
Deleg. Cuauhtémoc
México, D.F.
566 59 65
19. Ing. Miguel Angel Peralta Gómez
20. Sr. Tomás Pérez Salazar
Fabricaciones Industriales Tumex.
Km. 48.4 Carr. México-Pachuca
Tel. 624 67 y 624 66
21. Sr. Carlos Pineda Vargas
Marcos y Decoraciones
Río Lerma No. 140
Col. Cuauhtémoc
Deleg. Cuauhtémoc
06500 México, D.F.
Tel. 525 32 75
- San Andrés Atoto No. 326
Col. San Francisco Cuautlalpan
Naucalpan, Edo. de México
- Manuel Payno No. 6 Cto. Novelistas
Cd. Satélite
Edo. de México
Tel. 562 39 63
- Acatl No. 320
Fracc. Ind. San Antonio
Deleg. Azcapotzalco
02760 México, D.F.
- Joaquín Mucel No. 19-101
Col. Héroes de la Revolución
Naucalpan, Edo. de México
Tel. 294 21 25
- Calle 16 No. 25-5
Col. Moctezuma
Deleg. Venustiano Carranza
15500 México, D.F.
Tel. 762 82 91
- Av. Juárez No. 45
Tizayuca, Edo. de México
- Río Lerma No. 145-302
Col. Cuauhtémoc
Deleg. Cuauhtémoc
06500 México, D.F.

22. Sr. Agustín Reyes González
Fabricaciones Industriales Tumex
Km. 48.4 Carr. México-Pachuca
Tel. 624 68
Av. Juárez No. 45
Tizayuca, Hidalgo
23. Ing. Agustín Rodríguez Escalante
I.P.E.S.A.
San Lorenzo No. 153-7o. piso
Col. Del Valle
Deleg. Benito Juárez
México, D.F.
Tel. 575 40 77
1a. Cerrada 561 No. 29
Unidad CTM-II
San Juan de Aragón
Deleg. Gustavo A. Madero
México, D.F.
24. Sr. Enrique M. Rodríguez Gómez
Beneficiadora de Coco Acapulco, SA de CV
Plutarco Elías Calles No. 7
San Jerónimo de Juárez
Acapulco, Gro.
Tel. 548 90 30
Plutarco Elías Calles No. 7
San Jerónimo de Juárez
Acapulco, Gro.
25. Sr. José Antonio Romero Navarrete
Polatecchia, S.A.
Tenochtitlan No. 10
San Pedro Xalostoc
Edo. de México
Tel. 569 02 88
Durango No. 113
Atzacapotzalco
02790 México, D.F.
Tel. 561 01 18
26. Ing. José Eduardo Romero Velázquez.
I.P.E.S.A.
San Lorenzo No. 153-7o. piso
Col. Del Valle
Deleg. Benito Juárez
03100 México, D.F.
Tel. 559 15 76
Av. The No. 790 - 3a Sección No. 7
Col. Granjas México
Deleg. Iztacalco
08400 México, D.F.
Tel. 650 43 10
27. Sr. Marco A. Salazar Gómez
Fundiciones Mecánicas, S.A.
Ejercito Nacional No. 884-501,
Col. Polanco
Deleg. Miguel Hidalgo
México, D.F.
Tel. 395 50 80
Colina de las Ventiscas No. 104
Fracc. Bulevares,
Naucalpan, Edo. de México
Tel. 373 85 54
28. Ing. Javier Valencia Figueroa
Facultad de Ingeniería
Ciudad Universitaria
México, D.F.
Bajío No. 147
Col. Roma Sur
Deleg. Cuauhtémoc
06760 México, D.F.
Tel: 584 71 18
29. Sr. Gregorio Díaz Martínez
Instituto Politécnico Nacional
The No. 950
Col. Granjas México
Deleg. Ixtacalco
México, D.F.
Tel. 579 94 22
Sur 175 No. of. 2423
Col. Gabriel Ramos Millán
Deleg. Iztacalco
México, D.F.

30. Sr. José Aguilar Garrido
Instituto Politécnico Nacional
The No. 950
Col. Granjas México
Deleg. Iztacalco
México, D.F.
Tel. 579 94 22

Calle Ixtapalapa No. 36
Col. Metropolitana
Cd. Nezahualcoyotl

31. Sr. Armando Yáñez Quintanar
Teléfonos de México, S.A.
P. Vía No. 198
Col. Cuauhtémoc
Deleg. Cuauhtémoc
México, D.F.
Tel. 566 59 65

Koncal No. 1
Col. Héroes de Padierna
Contreras
Tel. 652 05 13