



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
CIUDAD UNIVERSITARIA

DISEÑO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA
PARA TIENDA DE AUTOSERVICIO
“SUPERCENTER PATRIA”

TESIS PROFESIONAL

Para obtener el título de
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO

PRESENTA:

FERMIN IBARRA ROSAS

ASESOR DE TESIS:

Ing. Juan José López Márquez



AGRADECIMIENTOS.

A Dios creador del Universo y dueño de mi vida que me permite aprovechar las cualidades otorgadas para beneficio de mi sociedad.

A Mi amada y querida esposa Liliana quien es parte de cada uno de los éxitos y logros obtenidos y quien ha sido el apoyo constante en mi vida, muchas gracias.

A mis hermosos y amados hijos M. Abigail y Mateo I. Ibarra Cuevas, quienes son el motor de mi vida e inspiración para continuar superándome en lo profesional y espiritual.

A mis queridos padres Jorge Ibarra C. y Mercedes Rosas H. por brindarme su amor, tiempo y esfuerzo mismos que ahora se ven convertidos en fruto por medio de este logro gracias por ayudándome a ser un hombre de bien.

A mis hermanas, Rosalba, Esmeralda y Viridiana Ibarra Rosas, por ser parte importante de mi vida, gracias por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de cada una de las etapas de mi vida.

A mis suegros, Camilo Cuevas y E. Dolores López por su apoyo sincero.

A tan excelente jurado:

- Ing. Marina Argelia Pérez Estañol
- Ing. Juan José López Márquez
- Ing. Cesar M. López Portillo Alcerreca
- M.I. Juan Carlos Cedeño Vázquez
- Ing. Jesús Franco Ortega

a cada uno de ustedes hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ingeniería que por medio de cada uno de sus académicos fortaleció y enriqueció mis principios y valores, mismos que me han servido para adquirir un compromiso real para servir con responsabilidad a mi Nación.

INDICE

	Pág.
Objetivo.....	5
Introducción.....	6
1.Suministro de energía eléctrica.....	8
1.1 Estudio de Factibilidad.....	8
1.2 Subestación Eléctrica.....	10
2. Sistema de Alumbrado.....	14
2.1 Descripción general.....	14
2.2 Tipos de luminarias.....	17
2.3 La densidad de potencia eléctrica (DPEA).....	20
2.4 Cálculo de DPEA'S.....	24
2.5 Tableros de alumbrado.....	25
2.6 Circuitos de alumbrado en 480/277Volts.....	26
2.7 Alumbrado exterior.....	29
3. Circuitos de Contactos y Fuerza.....	37
3.1 Descripción general.....	37
3.2 Distribución de circuitos.....	45
4. Sistemas de Datos y Energía Regulada.....	50
4.1 Descripción general.....	50
4.2 Arreglo de cuartos eléctricos.....	50
4.3 Alimentadores de MDF e IDF.....	52
4.4 Circuitos de distribución de energía regulada.....	57
4.5 Distribución de salidas de datos.....	62

5. Sistemas Tierras. y Protección Contra Descargas Atmosféricas.....	66
5.1 Descripción general del sistema de tierras.....	66
5.2 Medición de Resistividad.....	70
5.3 Método de Medición.....	72
5.4 Tablas de Resultados.....	77
5.5 Método de Cálculo.....	79
5.6 Resultados.....	82
.	
6. Estudio de Corto Circuito.....	84
6.1 Descripción general del sistema de tierras.....	84
6.2 Método de Cálculo.....	86
6.3 Resultados.....	90
7. Diagrama Unifilar General.....	92
7.1 Resumen de Cargas eléctricas.....	95
Conclusiones.....	97
Anexos.....	101
Bibliografía.....	110

1. OBJETIVOS

Diseñar la instalación eléctrica en media y baja tensión para tienda de autoservicio de la empresa Walt-Mart de México S.A. de C. V. Diseñar las instalaciones eléctricas con base en los requerimientos del cliente y en cumplimiento de las normas oficiales mexicanas (NOM-001-SEDE-2005, NOM-007-ENER-2004, IEEE 80-2000

IEEE 837-1987 y IEC-1025-1) , mediante la selección de equipos y accesorios electromecánicos adecuados para el óptimo funcionamiento de la instalación de tal manera que estas instalaciones sean confiables, eficientes pero sobre todo brinden seguridad a los usuarios.

Diseñar el sistema de iluminación basado en la optimización de los niveles de iluminación requeridos por el cliente además se busca el ahorro de la energía eléctrica, este sistema debe cumplir con las especificaciones requeridas por el cliente y con las normas oficiales mexicanas (NOM-007-ENER-2004).

Diseñar el sistema de tierras para cada una de las tiendas de autoservicio del cliente las cuales deben brindar la protección adecuada a los equipos y personal. Este sistema debe contrarrestar las fallas eléctricas ofreciendo una baja resistividad para lograr esto se requiere de un cálculo adecuado de elementos que conformarán dicho sistema.

2. INTRODUCCIÓN

El concepto de las instalaciones eléctricas es el conjunto de elementos necesarios para transformar la electricidad. Se clasifican según el voltaje, es decir:

- Baja tensión, desde 100 V hasta 1000 V;
- Media tensión, mayor de 1 000 V hasta 34.5kV;
- Alta tensión, mayor de 34.5 kV hasta 230 kV; y
- Extra alta tensión, mayor de 230 kV hasta 400kV.

Fuente: NMX-J-098-ANCE

También las instalaciones eléctricas se pueden clasificar con base en el tipo de servicio para el cual estarán destinadas, estas pueden ser del tipo:

1. Residencial
2. Comercial
3. Industrial

Una instalación eléctrica debe ser:

1. Segura contra accidentes e incendios
2. Eficiente y económica
3. Accesible y de fácil mantenimiento
4. Cumplir con los requisitos técnicos que se fijan en los reglamentos de obras eléctricas.

Los elementos de una instalación eléctrica son:

1. Conductores eléctricos
2. Canalizaciones eléctricas
3. Conectores para las canalizaciones eléctricas
4. Dispositivos de protección

Actualmente Wal-Mart de México es una de las cadenas comerciales más importantes de nuestro país, emplea a más de 166 mil asociados. Sus acciones cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores desde 1977 y por 9° año consecutivo ha sido reconocida como una Empresa Socialmente Responsable por el Centro Mexicano para la Filantropía.

Los formatos de negocio que la constituyen son:

1. Walmart
2. Bodega Aurrerá
3. Superama
- 4 SAM'S CLUB
5. Suburbia
6. Vips
7. Banco Wal-mart

Los proyectos de instalación eléctrica para la cadena de tiendas de Wal-Mart de México son calculadas para diversos tipos de carga: iluminación, motores, comunicación, equipos eléctricos, etc. Además de cumplir con las normas oficiales de instalaciones eléctricas (NOM-001-SEDE-2005), también se requiere que cada uno de los proyectos cumpla con las necesidades particulares establecidas por el cliente. Las especificaciones por parte del cliente están emitidas mediante un manual de diseño para las instalaciones eléctricas, a través de este manual de diseño el cliente especifica los modelos de luminarias a utilizar, la ubicación de tableros eléctricos dentro de la tienda, características de los conductores principales, arreglo de equipos en media tensión, niveles de iluminación requeridos al interior de la tienda, etc.

1. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

1.1 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD (FASE 1)

Antes de proceder en el diseño de sistema eléctrico es importante contar con el estudio de factibilidad proporcionado por el departamento legal de Wal-mart, a fin de establecer las condiciones del suministro de energía eléctrica, el cual contiene los siguientes datos:

1. Voltaje de suministro
2. Punto de acometida.
3. Potencia de corto circuito.



DATOS GENERALES DEL SISTEMA:

La ciudad de Zapopan, maneja un voltaje de: 23,000Volts.

FRECUENCIA: 60 HZ, 3FASES 3H

CORRIENTE CORTO CIRCUITO

AMPERES MONOFÁSICO MAX. 3,452.21Amps.

AMPERES TRIFÁSICO: 3,928.40 Amps.

DATOS PARA EL SERVICIO DE LA TIENDA:

VOLTAJE DEL SUMINISTRO: 23Kv

TIPO DE ACOMETIDA Transición Subterránea

Tabla 1 Estudio de Factibilidad

A continuación se muestra una copia del documento emitido por parte de la compañía suministradora (CFE) en donde se especifica los valores correspondientes a la capacidad de corto circuito para la zona donde se instalará la tienda de autoservicio.



Zapopan, jal. 15 abril de 2010

DEPENDENCIA: Suptcia. Sector Hidalgo
Depto. de Planeación

EXPEDIENTE:

NUMERO: DPSH-153/2010

ASUNTO: Contestación a oficio

BIOL. GUSTAVO ORTIZ GONZALEZ
GROBER CONSULTORES S.A. DE C.V.

En atención a su oficio en el que nos solicita información en (Av. Patria y paseo royal Country) relacionada ala capacidad de corto circuito, le informo el resultado que nos arroja el estudio que se llevo a cabo para obtener dichos valores.

3 fases 3 928.40 amperes

Línea – Tierra 3 452.21 amperes

Para cualquier duda o aclaración favor de dirigirse a nuestro Departamento de Planeacion del Sector Hidalgo, Con el Ing. Donaciano Martín Vázquez al teléfono: 3678-8531 o bien al correo donaciano.martin@cfe.gob.mx.

DMV/MTMC
C.c.p.-

Minutario.

A T E N T A M E N T E

**ING. DONACIANO MARTIN VAZQUEZ
DEPTO. PLANEACION SECTOR HIDALGO**

"Ahora puedes monitorear y realizar tramites de construcción de Obras por Terceros a través de la página web <http://201.134.30.158/sisproter/> consúltala"
San Francisco 458, Col. Santa Margarita, C.P. 45130; Zapopan, Jalisco
tel. (33) 31 34 13 00, ext. 26321, 26323 y (33) 36 78 85 31, www.cfe.gob.mx

1.2 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Con base en la información del estudio de factibilidad y a las condiciones de servicio que se demanda de la subestación, se considera que la subestación eléctrica receptora es de tipo compacto servicio exterior NEMA 3R

La subestación eléctrica recibe la energía eléctrica de distribución con un voltaje de operación de 23 kV por parte de la compañía suministradora. Con base en lo anterior se hace la selección de los equipos que conforman esta subestación, los cuales se describen a continuación.

Para determinar la capacidad del transformador se considera el manual de diseño por parte del cliente, el cual establece una capacidad de transformador con base en el formato de la tienda, el área total de piso de ventas y factor de demanda:

NOMBRE DEL AREA	AREA [m ²]	DENSIDAD DE CARGA [W/m ²]	CARGA INSTALADA		CARGA DEMANDADA		CAPACIDAD TRANSFORMADOR			CORRIENTE [A]	
			kW	kVA	factor de demanda	kVA	CANTIDAD	FASES	CAPACIDAD [kVA]	PRIMARIA	SECUNDARIA
SUPERCENTE	13,980.00	100	1,398.00	1,673.00	0.7	1,087.00	1	3	1,250	31.41	1,505.00

Para la selección de los equipos en media tensión se considera la información proporcionada por la compañía suministradora, además de las características del lugar donde estará en operación la subestación.

Con base en el estudio de "Fase I" se tiene las siguientes condiciones climatológicas y ambientales de la ciudad:

La ciudad de Zapopan, Jalisco cuenta con una altitud de 2200 msnm,

- * Temperatura máxima anual: 27.7°C
- * Temperatura mínima anual: 14.2°C
- * Precipitación normal anual: 1,011.2 mm

La subestación eléctrica transformadora estará ubicada al exterior de la tienda, operando con un voltaje de 23 kV servicio intemperie, NEMA 3R, acabado en color gris " ANSI-61" 1250 kVA, 3F, 3H, 60Hz, y compuesta de derecha a izquierda vista de frente.

1. Sección No.1. Gabinete para equipo de acometida tipo intemperie, NEMA 3R, acabado en color gris, " ANSI-61" 23 kV, 300kg, barra de tierra marca Schneider, (densidad en barras de cobre $155\text{A}/\text{cm}^2$), clema de madera.
2. Gabinete para cuchillas de servicio tipo intemperie NEMA 3R, acabado en color gris marca Schneider de 23 kV, conteniendo: una cuchilla de 400 amps. continuos. 3 polos 1 tiro, operación en grupo y sin carga, provisto de mecanismo para operar desde el frente exterior por medio de palanca con portacandado en las posiciones de abierto y cerrado barras y soportes necesarios para la acometida, barra de tierra clema de madera accionamiento de palanca.
3. Gabinete para interruptor en media tensión tipo intemperie NEMA 3R, acabado en color gris, 23 kV, conteniendo: un interruptor en aire de 3 polos 400 Amps., 1 tiro, operación manual montaje fijo, operación simultánea con carga, provisto de tres fusibles limitadores de corriente de alta capacidad interruptiva, de 63 A. Tensión nominal 23 kV, 60Hz, NIB 95 kv, corriente soportable de corto circuito 40 kA equipado con dispositivo que dispara tripolarmente el interruptor cuando alguno de los fusibles opera por corto circuito accionamiento de palanca y apartarrayos de óxidos metálicos de 18 kV. (densidad en barras de cobre $155\text{a}/\text{cm}^2$) barras principales, barras de tierra.
4. Transformador autoenfriado en líquido biodegradable con un punto de ignición mayor a 300°C clase KNAN con una capacidad de 1250 kVA, con voltaje en el primario de 23 kV, con conexión delta y conexión estrella en el secundario en 480/220 Volts. con 4 derivaciones de 2.5% cada una, 2 arriba y 2 abajo de la tensión nominal primaria y una sobre elevación de 55°C sobre un ambiente de $30\text{-}40^{\circ}\text{C}$ como máximo y una eficiencia del 98.5%, con una impedancia de 5.75% como mínimo para operar a altura de la Cd. de Zapopan Jalisco, el transformador tiene la conexión de alta tensión del lado izquierdo visto de frente.
5. Gabinete conteniendo interruptor general electromagnético de 3P-2000/1700A, con unidad de disparo conectado eléctrica y mecánicamente a sección No.4, con barra de 1800A. y al Transformador con barra de 1800A. (densidad en barras de cobre $155\text{A}/\text{cm}^2$.)

6. Gabinete conteniendo equipo de transferencia automática tipo intemperie nema 3R, acabado en color gris formado por 2 interruptores Masterpack tipo "NW" de 3P-2000A,/1800A, con barra de 1800A. y recibiendo por la parte inferior a las tuberías que conectan al generador de energía eléctrica (densidad en barras de cobre $155\text{a}/\text{cm}^2$.)
7. Generador de energía eléctrica de 1250 kW. en Stand by 1125 kW, operación Prime para operar a la altura de ciudad Zapopan, Jalisco con una tensión de 480/277v, 3f, 4h, 60hz. f.p=0.9
8. Tanque Diesel de almacenamiento 2,500 L.

En la figura1 se presenta el arreglo en planta de los equipos de la subestación eléctrica del centro comercial.

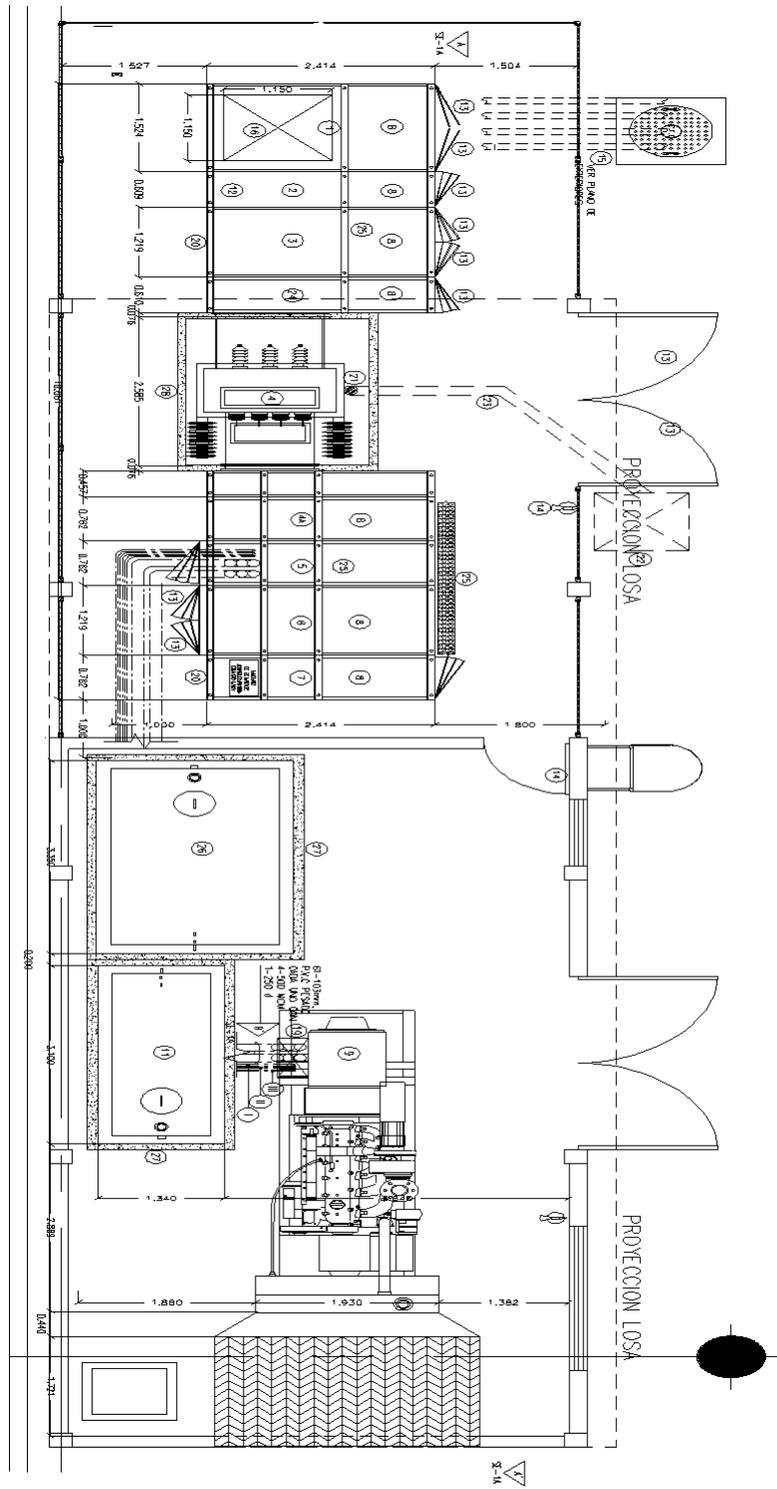


Fig. 1 Arreglo de equipos de la subestación Eléctrica Transformadora

2. SISTEMA DE ALUMBRADO

2.1 Descripción General.

Dentro de las actividades dirigidas a la mejora de la eficiencia energética, la iluminación ha tenido una atención especial en los últimos años. Aún así, el margen de mejora de las tiendas de autoservicio en este sentido es muy amplio por lo que Grupo Wal-Mart promueve la eficiencia energética poniendo a disposición de sus comercios lámparas ahorradoras dicróicas y fluorescentes.

Estas lámparas tienen un consumo energético de un 40% menor que las luminarias incandescentes, en el caso de las dicróicas, y un 12% menor para las fluorescentes, por lo que son más eficientes y económicas.

En todas las tiendas de autoservicio del grupo Wal-Mart se instalan lámparas fluorescentes T-5. Los tubos T5 con solo 16 mm de diámetro son la última generación de tubos fluorescente y dan mucha más luz que los sistemas de tubos fluorescentes T8 o T12 que son más largos y con mayor consumo de Watts. Hay tubos T5 HE y HO. Los tubos HE (High Eficiencia/Alta eficiencia) en una gama de 14W, 21W, 28 y 35W ofrecen un muy alto flujo luminoso hasta 104lm/W. Los Tubos T5 HO (High Output / Alta Salida) en 24W, 39W, 49W, 54W y 80W ofrecen un paquete luminoso que permite también una buena iluminación de locales con techo alto.

Los Tubos T5, gracias a sus tamaños y sus grandes eficiencias, permiten con los mejores reflectores lámparas T5 estupendas que se pueden utilizar en el diseño de iluminación con altura de montaje hasta 15 metros. Que corresponde al caso de la iluminación en el área de piso de ventas de las tiendas de autoservicio.

Un ahorro del 50% de energía, una iluminación eficiente, moderna y una luz de excelente calidad, las lámparas T5 tienen una vida útil muy larga, por ejemplo hasta 20,000 horas.

Dentro de las tiendas de autoservicio se encuentran diferentes tipos de áreas, tales como: amasijo, piso de ventas, oficinas, bodegas, recibo, preparado de alimentos, salchichonería, panadería, baños para clientes y asociados, principalmente.

En cada una de estas áreas se instalan luminarias fluorescentes ya que con base en los beneficios de este tipo de iluminación permite niveles de iluminación mejores con un consumo menor de energía eléctrica.

Los planos donde se desarrolla la instalación del sistema de alumbrado son los siguientes:

1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALUMBRADO PISO DE VENTAS
2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALUMBRADO DE ABARROTOS Y OFICINAS POSTERIOR.
3. FOTOMETRIA ALUMBRADO DE ESTACIONAMIENTO.
4. ALUMBRADO PLANTA DE ESTACIONAMIENTO.

La distribución de alumbrado en el piso de ventas es con luminarias fluorescentes en tira continua de 2 x 54w,277V, con tubos T5 y una temperatura de 4000°K. El nivel de iluminación que establece el manual de diseño por parte de eficiencia operativa de las tiendas Wal Mart para el piso de ventas es de 700 luxes.

La distribución de las luminarias se realiza de acuerdo a la distancia que entre ejes tenemos, la distancia que se tendrá para la separación de las tiras continuas entre los ejes de números es de 3.40 m. a 4.80m. Las tiras de luminarias deberán ir pegadas a la estructura en forma perpendicular al joist.

Las tiras de luminarias fluorescentes en el piso de ventas constituye una canalización continua mediante métodos aprobados para el paso de conductores de circuitos derivados de la sección 410-31 NOM-001-SEDE-2005

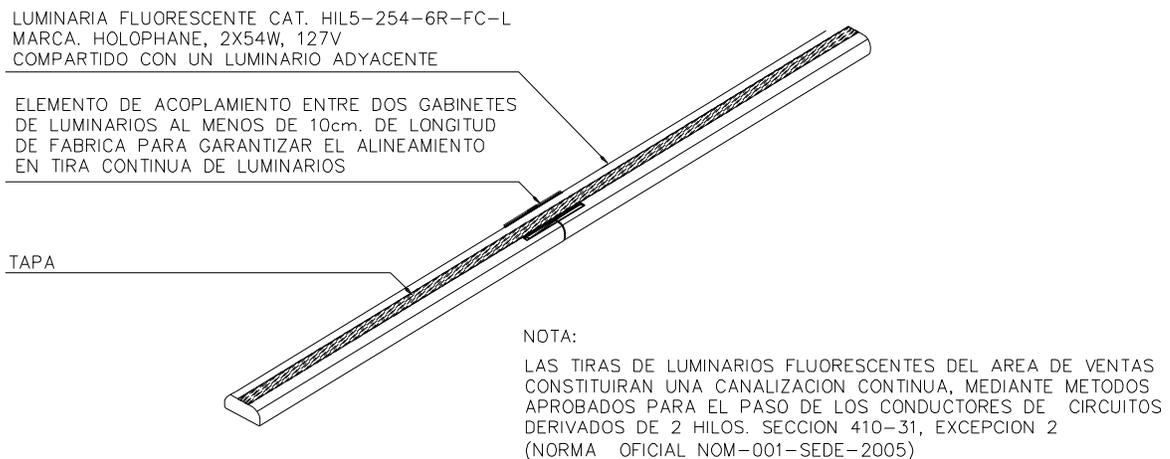


Fig. 2 Arreglo de luminaria en piso de ventas

Todas las luminarias que están sobre el piso de ventas están controladas por el tablero “HE” y “GR” el cual es un tablero automático controlado por el ahorro de energía que se encuentra ubicado en el cuarto eléctrico.

El alumbrado del área de vestíbulo se conforma como sigue:

Las áreas que se consideran dentro del vestíbulo son los accesos, la galería de locales comerciales, oficinas que están al frente de la tienda, los sanitarios. En las galerías la iluminación de los accesos estará con luminarias de 2 x 54W en tira continua.

En el área de comensales tenemos luminarias fluorescentes de 2 x 54W en tira continua con un balastro de 2 X 54W en 277V compartido con una luminaria adyacente. Con un elemento alineador de por lo menos 15cm.

Los cajillos de los locales comerciales están iluminados con luminarias de 1 X 59w (T5) y/o 1 x 28W (T5) con dos balastos de 54w, y 4 X 28w con dos balastos de 2 x 32W, a un voltaje de 277V. con tubos T5 color 4000°K.

Los sanitarios se iluminan con luminarias de 2 X 54W, y 2 x 28W, 277V y la parte de las oficinas que se encuentran al frente de vestíbulo serán luminarias de empotrar de 3 X 28W, 277V. En áreas con plafón la conexión de los luminarias es con tubería flexible metálica de 16mm.

El área de oficinas del vestíbulo servicios al cliente, sanitarios, conteo, administración de cajas, se controlan desde el tablero “HN” ubicado en el cuarto eléctrico, el tablero será de tipo NF en 480/277 V.

El alumbrado en el área de las bodegas esta determinado por luminarias fluorescente de 2 x 54W (T5) tipo industrial separados a una distancia entre ejes esta luminarias están controladas por el tablero “HG” este tablero es un equipo normal en 480/277V, 3F, 4Hilos. En el área de oficinas las luminarias con las que se cuenta en estas zonas son de 3 x 28W (T-5), 277V ay en algunos casos como en control de inventario, personal, conmutador, aseo, capacitación, gerente, subgerente, se controlan con apagador.

En las áreas de deli, cocina deli, preparación de frutas y verduras, panadería, decoración de pasteles, tortillería, estas áreas son iluminadas con luminarias fluorescentes de 3 X 28W en 277V controladas desde el tablero.

En las bodegas de las zonas de abarrotes tenemos luminarias fluorescentes de 2 X 54W en 277V. tipo industrial las cuales también son controladas desde el tablero principal.

En carnes se colocan luminarias de 100W de aditivos metálicos, para el cajillo de deli, pescados se tienen luminarias de 70 W. El voltaje de operación de estas luminarias es de 277V.

Todo el alumbrado de la zona de abarrotes esta siendo controlado por el tablero "GR", el cual esta ubicado en el cuarto eléctrico de abarrotes y es un tablero automático controlado por el sistema novar.

En el área de comedor de empleados se instalaron luminarias fluorescente tipo empotrar de 2 x 54W, con lámparas de 54W (T5) y balastro electrónico de 2 x 54W en 277V, 1F, 2H, 60Hz. En la zona de jefes se tienen luminarias de 2 x 28W(T-5) de empotrar controladas con apagador. Para la oficina de facturación tendremos luminarias de 2 x54W de empotrar controladas con apagador.

En la zona de carnes y salchichonería se instalaron luminarias de 3 x 28W de empotrar con tubos de 28W, 277V 3000°K y son controladas desde el tablero. Así mismo se tendrán luminarias en la parte superior de los refrigeradores de 1 x 28W.

En pescadería y tortillería se instalan luminarias de 3x 28W empotradas con tubos de 3x 28W 277V 4000°K y son controladas desde el tablero.

En el faldón que esta en la parte superior de los refrigeradores se tienen luminarias de aditivos metálicos de 100W, 277V

2.2 Tipos de Luminarias.

En las tablas 2 y 3 se muestra la simbología, descripción y características del tipo de luminarias empleadas en el supercenter.

SIMBOLO	DESCRIPCION DE LUMINARIO	CANTIDAD
	LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO INDUSTRIAL, CON REFLECTOR ABIERTO. PARA DOS LÁMPARAS DE 54 W T-5. CON GUARDA PROTECTORA.	15
	LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO INDUSTRIAL, CON REFLECTOR ABIERTO. PARA DOS LÁMPARAS DE 54 W T-5. CON FUNDA PLÁSTICA PARA CADA LÁMPARA Y GUARDA PROTECTORA.	24
	LUMINARIO FLUORESCENTE DE BAJO PERFIL CON CONTROLLENTE, DE EMPOTRAR. PARA DOS LÁMPARAS DE 28 W T-5.	1
	LUMINARIO FLUORESCENTE DE BAJO PERFIL CON CONTROLLENTE, DE EMPOTRAR. PARA TRES LÁMPARAS DE 28 W T-5.	64
	LUMINARIO FLUORESCENTE DE BAJO PERFIL CON CONTROLLENTE, DE EMPOTRAR. PARA TRES LÁMPARAS DE 28 W T-5.	6
	LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO INDUSTRIAL, CON REFLECTOR ABIERTO. PARA DOS LÁMPARAS DE 28 W T-5.	4
	LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO INDUSTRIAL, CON REFLECTOR ABIERTO. PARA DOS LÁMPARAS DE 28 W T-5. CON GUARDA PROTECTORA.	4
	LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO INDUSTRIAL DE EMERGENCIA, CON REFLECTOR ABIERTO. PARA 2 LÁMPARAS DE 28 W T-5. CON FUNDA PLÁSTICA PARA CADA LÁMPARA Y GUARDA PROTECTORA.	14
	LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO INDUSTRIAL, CERRADO Y SELLADO. PARA DOS LÁMPARAS DE 28 W T-5.	1
	LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO COMERCIAL, PARA DOS LÁMPARAS DE 54 W T-5. PARA UN CIRCUITO.	52
	LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO COMERCIAL, PARA UNA LÁMPARA DE 54 W T-5. PARA UN CIRCUITO.	3
	LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO COMERCIAL, NOCTURNO. PARA DOS LÁMPARAS DE 54 W T-5. PARA UN CIRCUITO.	3
	LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO COMERCIAL, NOCTURNO. PARA DOS LÁMPARAS DE 54 W T-5. PARA UN CIRCUITO.	225
	LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO COMERCIAL, NOCTURNO. PARA DOS LÁMPARAS DE 54 W T-5. PARA UN CIRCUITO.	12
	LUMINARIO INCANDESCENTE SELLADA A PRUEBA DE VAPOR. DE 100 W, 127 VOLTS, 1 FASE, 2 HILOS, 60 HERTZ.	4
	LUMINARIO DE EMPOTRAR EN FALSO PLAFÓN TIPO CONOLITA, DE 100 W DE ADITIVOS METÁLICOS COMPACTOS.	13
	LUMINARIO DE EMPOTRAR EN FALSO PLAFÓN TIPO CONOLITA, DE 70 W DE ADITIVOS METÁLICOS COMPACTOS.	51
	CUERPO, REFLECTOR Y ARILLO FABRICADOS EN TERMOPLÁSTICO, REFLECTOR METALIZADO AL ALTO VACIO, ACABADO ESPECULAR. ACABADO COLOR BLANCO CON CRISTAL ESMERILADO ANTIDESLUMBRANTE.	25
	LUMINARIO DIRIGIBLE PARA SOBREPONER PARA LÁMPARA DE ADITIVOS METÁLICOS COMPACTOS DE 70 W, COLOR BLANCO.	28

Tabla 2

TIPO	SIMBOLO	DESCRIPCION DE LUMINARIO	VOLTIOS	LAMPARAS (FOCOS)		MONTAJE DE LUMINARIO	SERVICIO
				CANT. - WATTS TIPO	MARCA		
25		LUMINARIO TIPO ARBOTANTE AUTOBALASTRADO PARA ILUMINACION EXTERIOR SOBREPUESTO EN MURO, DE 175W, ADITIVOS METALICOS. CARACTERISTICAS: CAPSULA: FUNDICIÓN DE ALUMINIO, FABRICADA CON UN TRATAMIENTO PREVIO Y PINTURA POLIÉSTER EN POLVO APLICADA ELECTROSTATICAMENTE Y HORNEADA, PARA UNA MAYOR RESISTENCIA A LA CORROSIÓN. PUERTA REMOVIBLE ASEGURADA CON DOS TORNILLOS CAJINOS Y BORNOS EN LA PARTE SUPERIOR DEL LUMINARIO. EL CONJUNTO ÓPTICO CUENTA CON UN EMPAQUE QUE LO MANTIENE LIBRE DE INSECTOS Y POLVO. BALASTRO: AUTORREGULADO DE ALTO FACTOR DE POTENCIA (SUPERIOR A 90%), CON EMBOBINADOS DE COBRE, 100% PROBADOS PARA DAR LA EMISIÓN LUMÍNICA COMPLETA DE LA LÁMPARA CON MENOR CONSUMO DE ENERGIA. CATALOGO: NWLZ-175MH-27-Z. (WALLPACK). MARCA HOLOPHANE.	277	1 LAMPARA 1 - 175W ADITIVOS METALICOS CLARO	PHILIPS CODIGO: MH175/U CLAVE: 287334 BASE: E39 BULBO: ED28	ARBOTANTE.	LUZ DE SEGURIDAD NOCTURNA EXTERIOR DEL EDIFICIO.
26		LUMINARIO INDUSTRIAL LOBAY REFLECTOR PRISMATICO, DE 175W, ADITIVOS METALICOS. CARACTERISTICAS: CUERPO: FABRICADO EN LÁMINA DE ALUMINIO RECHAZADO CON ACABADO ANODIZADO. CUENTA CON VARILLAS QUE SUJETAN AL CRISTAL PARA MÁXIMA SEGURIDAD. BALASTRO: ELECTROMAGNÉTICO AUTORREGULADO O ELECTRÓNICO DE BAJO CONSUMO DE ENERGIA, ALTO FACTOR DE POTENCIA. ÓPTICA: REFLECTOR DE CRISTAL PRISMATICO DE BOROSILICATO ENDURAL, RESISTENTE AL CHOQUE TERMICO. INSTALACIÓN: CABLEADO POR LA PARTE SUPERIOR DEL LUMINARIO, CUENTA CON ENTRADA DE 1/2" NPT PARA COLGAR CON TUBO CONDUIT. CATALOGO: NGR-175MH-27-82-L. (LOBAY.). MARCA HOLOPHANE.	277	1 LAMPARA 1 - 175W ADITIVOS METALICOS CLARO	PHILIPS CODIGO: MH175/U CLAVE: 287334 BASE: E39 BULBO: ED28	SUSPENDIDA POR MEDIO DE COLGANTES.	ACCESO.
28		LUMINARIO DE EMPOTRAR EN FALSO PLAFÓN TIPO CONOLITA, DE 100 W DE ADITIVOS METALICOS COMPACTOS. CARACTERISTICAS: CUERPO EN ACERO FOSFATIZADO, ACABADO EN POLIÉSTER MICROPULVERIZADO DE APLICACIÓN ELECTROSTÁTICA EN COLOR BLANCO, REFLECTOR DE ALUMINIO ANODIZADO, CON CRISTAL ANTIDESLUMBRANTE. CATALOGO: C01043B. (CONOLITA MASTERCOLOR.) MARCA CONSTRULITA.	277	1 LAMPARA 1 - 100W ADITIVOS METALICOS	PHILIPS CODIGO: MHC 100/U/M/4K CLAVE: 281352 BASE: E26 BULBO: ED17 4000°K	EMPOTRADO EN PLAFON ACUSTICO O TABLAROCA.	FALDON DE ABARROTES.
29		LUMINARIO DE EMPOTRAR EN FALSO PLAFÓN TIPO CONOLITA, DE 70 W DE ADITIVOS METALICOS COMPACTOS. CARACTERISTICAS: CUERPO EN ACERO FOSFATIZADO, ACABADO EN POLIÉSTER MICROPULVERIZADO DE APLICACIÓN ELECTROSTÁTICA, REFLECTOR DE ALUMINIO ANODIZADO, BALASTRO INDUCTIVO INTEGRADO. CATALOGO: MBS70-ICTB. (CONOLITA MASTERCOLOR.) MARCA CONSTRULITA.	277	1 LAMPARA 1 - 70W ADITIVOS METALICOS	PHILIPS CODIGO: CDM 70W/16/830 CLAVE: 223370 BASE: G-12 BULBO: T6 3000°K	EMPOTRADO EN PLAFON ACUSTICO O TABLAROCA.	PANADERIA.
36		LUMINARIO DIRIGIBLE PARA SOBREPONER PARA LÁMPARA DE ADITIVOS METALICOS COMPACTOS DE 70 W, COLOR BLANCO. CARACTERISTICAS: MATERIAL: ALUMINIO INYECTADO, REFLECTOR DE ALUMINIO SEMIESPECULAR, DIFUSOR DE CRISTAL SEMITRANSARENTE. PINTURA HORNEADA MICROPULVERIZADA COLOR BLANCO TEXTURIZADO. EQUIPO: BALASTRO INDUCTIVO, INTEGRADO. CATALOGO: C04008B. (SIGMA.) MARCA CONSTRULITA.	277	1 LAMPARA 1 - 70W ADITIVOS METALICOS	PHILIPS CODIGO: CDM-TD 70W/830 CLAVE: 110353 BASE: Rx7s BULBO: T6 3000°K	SUSPENDIDA POR MEDIO DE ESTRUCTURA SUSPENDIDA.	FRUTAS Y VERDURAS.
40		SALIDA PARA ANUNCIO DE RADIO GRILL, A BASE DE LÁMPARA FLUORESCENTE DE 40 W. PROPORCIONADA POR EL PROPIETARIO.	127	1 LAMPARA 1 - 40W FLUORESCENTE	PHILIPS CODIGO: TLE-22W/54 CON ADAPTADOR CLAVE: 161323 BASE: E26 BULBO: T9	ARBOTANTE.	AREA DE COMIDAS (RADIO GRILL)
41		ANUNCIO DE "SALIDA DE EMERGENCIA" CON CARA SENCILLA. PROPORCIONADA POR EL PROPIETARIO. CATALOGO: DUAL-LITE, LEW-15-X2.	127	1-PL 13W FLUORESCENTE CONFORT DE LUJO.	PROPORCIONADA CON EL LUMINARIO.	CARA SENCILLA, MONTADO EN LA PARED	ANUNCIO DE SALIDA DE EMERGENCIA EN ACCESOS
51		LÁMPARA DE EMERGENCIA. EQUIPO MODELO TAURO-3/T CELULAR CON 2 LUMINARIAS DE HALOGENO TIPO TRACTOR DE 36 W. MARCA CORALESA.	127	LAMPARAS: 2 - 36W HALOGENAS.	PROPORCIONADA CON EL LUMINARIO.	ARBOTANTE.	BAÑOS PÚBLICOS, EMPLEADOS Y SUBESTACIÓN ELECTRICA.
52		LÁMPARA DE EMERGENCIA. EQUIPO MODELO CAPRI 2/120 CELULAR CON 4 LUMINARIAS DE CUARZO/TUNSTENO DE 150 W. MARCA CORALESA.	127	LAMPARAS: 4 - 150W HALOGENAS.	PROPORCIONADA CON EL LUMINARIO.	ARBOTANTE.	PISO DE VENTAS.

Tabla 3

2.3 DENSIDAD DE POTENCIA ELECTRICA (DPEA)

El objetivo del cálculo de los DPEA es:

- La densidad de potencia eléctrica (DPEA) permite establecer los niveles de eficiencia energética con que deben cumplir los sistemas de alumbrado para uso general de edificios no residenciales nuevos y ampliaciones a los existentes, con el propósito de que sean proyectados y construidos haciendo un uso eficiente de la energía eléctrica en estas instalaciones, mediante la optimización de diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética sin menoscabo de los niveles de iluminación requeridos.
- Establecer el método de cálculo para la determinación de la densidad de potencia (DPEA) de los sistemas de alumbrado para uso general en edificios no residenciales con el fin de verificar el cumplimiento de la norma NOM-007-ENER-2005 EFICIENCIA ENERGETICA PARA SISTEMAS DE ALUMBRADO EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES.

Esta norma aplica para:

- Edificios para oficinas
- Restaurantes y cafeterías
- Establecimientos comerciales.
- Escuelas y demás centros docentes.
- Hospitales y clínicas.
- Hoteles y moteles.

La expresión genérica para el cálculo de la densidad de potencia eléctrica (DPEA) es la siguiente:

$$DPEA = \frac{Carga [Watts]}{AreaTotalIluminada [m^2]}$$

Donde la densidad de potencia eléctrica de alumbrado (DPEA) está expresada en W/m^2 .

Los valores máximos permisibles de densidad de potencia eléctrica para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales son:

Tipo de Edificio	DPEA(W/m ²)
Oficinas	14
Escuelas o instituciones educativas	16
Bibliotecas	16
Tiendas de autoservicio, departamentales y de especialidades	20
Hospitales, sanatorios y clínicas	17
Hoteles	18
Moteles	22
Bares	16
Cafeterías y venta de comida rápida	19
Restaurantes	20
Bodegas o áreas de almacenamiento	13
Salas de cines	17
Teatros	16
Centros de convenciones	15
Gimnasios y centros deportivos	16
Museos	17
Templos	24
Talleres de servicios para automóviles	16
Talleres	27
Centrales y terminales de transportes de carga	13
Centrales y terminales de transporte de pasajeros áreas y terrestres	16

Niveles de Iluminación en Piso de Ventas.

El nivel de iluminación en el área de piso de ventas es muy importante en las tiendas de autoservicio, ya que es el área donde se encuentran los productos a la venta por lo que se requiere de un nivel de iluminación óptimo. Con base en las especificaciones del cliente se instalan luminarias fluorescentes tipo T-5 con arreglo de 2 x 54W que forman una tira continua a lo largo del piso de ventas, se establece un promedio de 700 luxes y de igual manera se debe cumplir con los niveles permitidos por la NOM-007.

La distribución de luminarias y niveles de iluminación para esta área se obtuvieron utilizando el software de cálculo "Visual 2.0" En la figura 3 se muestra la distribución de las luminarias en tiras continuas.

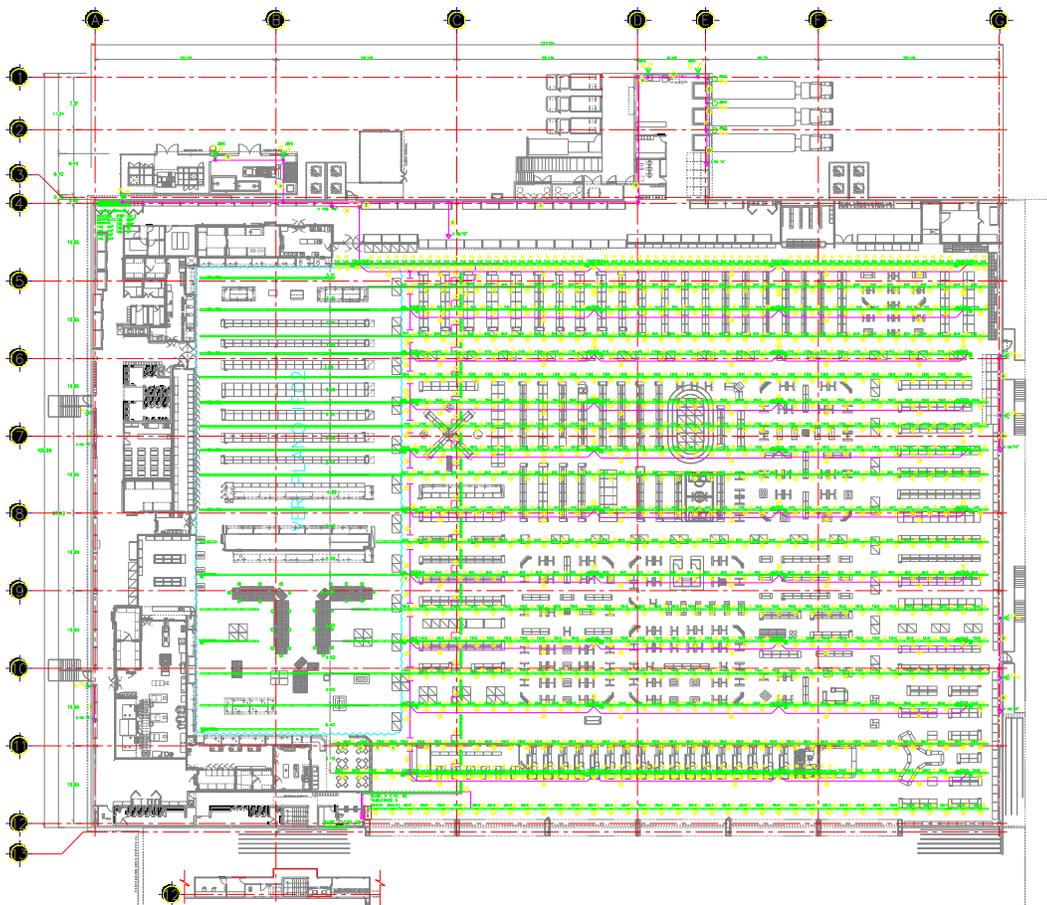


Fig. 3 Plano donde se muestra la distribución de las luminarias en piso de ventas.

En las tablas 4 y 5 se muestran los resultados de los niveles de iluminación y las características de las luminarias utilizadas en el software.

STATISTICS						
Description	Symbol	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
Calc Zone #1	+	720.3 lux	861.2 lux	194.2 lux	4.4:1	3.7:1

LUMINAIRE SCHEDULE										
Symbol	Label	Qty	Catalog Number	Description	Lamp	File	Lumens	LLF	Watts	
	A	665	HIL5 254 MV FC L	HIL5	LUMEN RATING POR LAMPARA: 5000	MT04301E05 HIL5-FC.IES	10000	1.00	110	

En la figura 4 se muestra los resultados obtenidos con el software de cálculo.

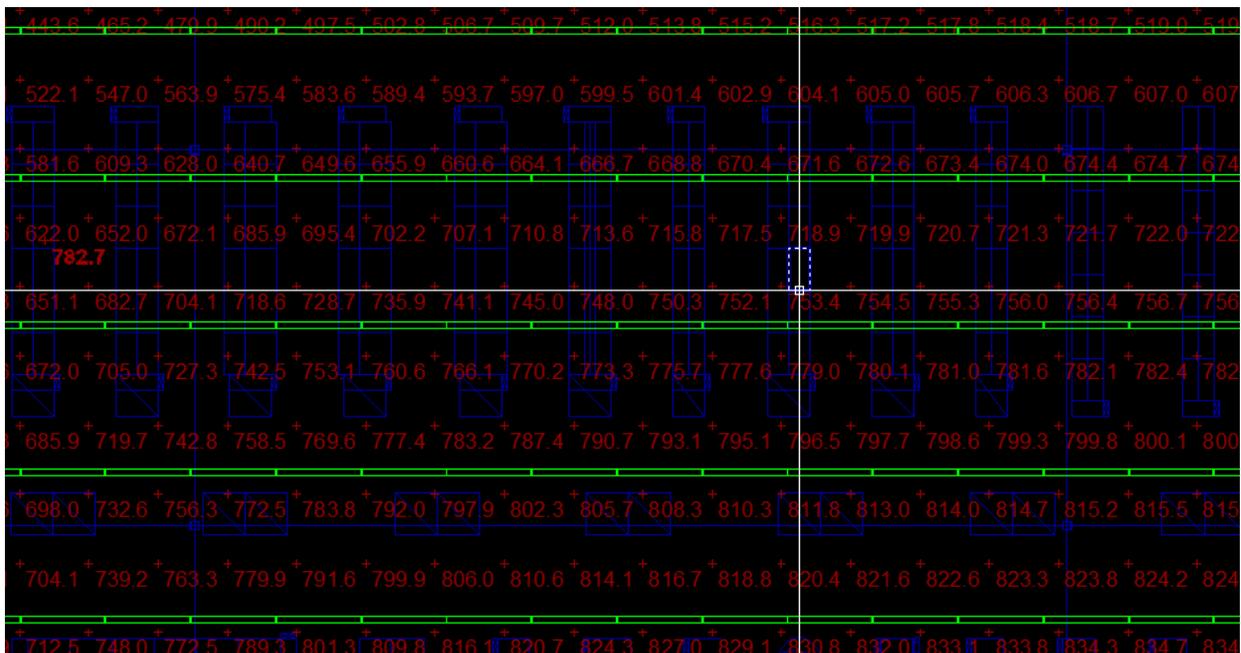


Fig. 4 Niveles de iluminación en Piso de Ventas

2.4 Calculo de DPEA 'S en Piso de Ventas.

APLICACIÓN DE LA NORMA NOM – 007				
WALMART SUPERCENTER “PATRIA” (PISO DE VENTAS)				
DENSIDAD DE POTENCIA ELECTRICA (DPEA)				
CARGA (2 X 54W)	108 W (C/U)	822 PZA	88,776	W
CARGA (1 X 54W)	54 W (C/U)	10 PZA	540	W
		TOTAL =	89,316	W
AREA			7,311	m ²
D.P.E.A			12.21	W/m ²
D.P.E.A FINAL			12.21	W/m ²
NIVEL MAXIMO ESPECIFICADO POR NORMA W/m ²				20

Tabla 6

2.5 Tableros de Alumbrado

Los tableros de alumbrado con los que se permite controlar las diferentes zonas de alumbrado en la tienda de autoservicio de wal-mart son los siguientes:

ZONA CONTROLADA	NOMBRE DEL TABLERO	DESCRIPCIÓN DEL TABLERO
Piso de ventas	Tablero HE	Tablero automático cat. NSD-1000 de 42 circuitos en 480/277 volts 3F, 4H, 60Hz.
Zona de vestíbulo y fachada principal	Tablero HN	Tablero automático cat. NSD-1000 de 42 circuitos 480/277 volts 3F, 4H, 60 Hz
Zona de bodegas , oficinas y exteriores	Tablero HG	Tablero marca squared de NQOD24 4AB11 480/277 vots de 24 circuitos
Zona de abarrotes	Tablero GR	Tablero automático cat. NSD-1000 de 42 circuitos 480/277 volts 3F,4H, 60Hz
Zona de abarrotes	Tablero GR	Tablero NF de 42 circuitos en 480/277 volts 3F, 4H, 60Hz.
Zona de exteriores	Tablero HNE	Tablero automático cat. NSD-1000 de 42 circuitos en 480/277 volts 3F,4H, 60Hz.

Tabla 7

2.6 Circuitos de alumbrado en 480/277Volts.

El arreglo de circuitos del tablero “HE” siendo este un tablero automático en 480V, controlado por el ahorro de energía, y que controla el piso de ventas queda de la siguiente manera:

Tablero “HE”	
No. DE FILA	No. DE CIRCUITO
FILA 1	1 HE
FILA 2	3 HE
FILA 3	5 HE
FILA 4	7 HE
FILA 5	9 HE
FILA 6	11 HE
FILA 7	13 HE
FILA 8	15 HE
FILA 9	17 HE
FILA 10	19 HE
FILA 12	2 HE
FILA 13	4 HE
FILA 14	6 HE
FILA 15	8 HE
FILA 16	10 HE
FILA 17	12 HE
FILA 18	14 HE
FILA 19	16 HE
FILA 20	18 HE
Fila 1,6,12,17	24 HE

Tabla 8

A continuación en la figura 5 se muestra el cuadro de cargas correspondiente al tablero “HE”. Mediante una hoja de cálculo se realizan las operaciones para los diferentes parámetros eléctricos correspondientes a cada uno de los circuitos del tablero.

El arreglo de circuitos para el tablero “HN” siendo un tablero automático controlado por ahorro de energía, el cual se encuentra alojado en el cuarto eléctrico queda de la siguiente manera:

TABLERO “HN”	
AREA DE CONTROL	No. DE CIRCUITO
Alumbrado carritos	1 HN
Acceso	3 HN
Oficinas frente	8 HN
Sanitarios frente	4 HN
Servicios al cliente paquetería	12 HN
Alumbrado seguridad	6 HN

Tabla 9

El arreglo de circuitos para el tablero “HG” siendo un tablero tipo NF, el cual se encuentra alojado en el cuarto eléctrico, queda de la siguiente manera:

TABLERO “HG”	
AREA DE CONTROL	No. DE CIRCUITO
Consumos internos, aseo, mantenimiento, rotulista, enfermería, control de inventario, seguridad, conmutador, vigilancia, EDC.	1 HG
Bodega de muebles, layaway, gerente, subgerente, personal, sala de juntas y sala de descanso	3 HG
Sanitarios abarrotes	5 HG
Sala de descanso	7 HG
Alumbrado bodegas posteriores	2 HG
Alumbrado de seguridad	4HG
Alumbrado farmacia	6HG

Tabla 10

El arreglo de circuitos del tablero “GR” siendo este un tablero automático en 480V, controlado por el ahorro de energía el cual su ubicación es en el cuarto eléctrico de abarrotes (EDC 2), y que controla la zona de abarrotes queda de la siguiente manera:

TABLERO "GR"	
AREA DE CONTROL	No. DE CIRCUITO
Tira continua de luminarias	1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23 GR
Tira continua de luminarias	2,4,6,8 GR
Alumbrado cajillo	12 GR
Alumbrado de seguridad	10 GR
Alumbrado de pasillo	27,29 GR
Alumbrado seguridad	31 GR
Alumbrado compresores	35 GR
Cajillo pescadería	16 GR
Expendio de pan	20,22 GR
Despacho de pan	6 GR
Despacho de pan	8 GR
Deli pasteles	24 GR
Panadería, Tortillería	26 GR
Frutas y verduras	28 GR
Frutas y verduras	32,34 GR

Tabla 11

2.7 Alumbrado exterior

La instalación eléctrica se diseño basándose en la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2005 relativa a las instalaciones de la energía eléctrica.

Valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) para estacionamientos abiertos

Área a iluminar m ²	Densidad de potencia W/m ²
< 300	1,80
de 300 a < 500	0,90
de 500 a < 1 000	0,70
de 1 000 a < 1 500	0,58
de 1 500 a < 2 000	0,54
> 2 000	0,52

Tabla 12

La Iluminación exterior esta basada en un análisis fotométrico, para dicho análisis se utilizó el programa desarrollado por la compañía de iluminación Holophane, mediante el programa de **Visual** se determinaron el número de luminarias así como la distribución en el área de estacionamiento.

Para la iluminación de los estacionamientos exteriores, se emplearon lámparas con tecnología tipo LED

La implementación de la tecnología LED significa el ahorro de 282,840 kWh que corresponderían a iluminar 94 viviendas. Su durabilidad se estima en unas 50,000 horas a 11 horas diarias, lo que significa que por 12 años las lámparas LED no requieren cambio ni mantenimiento, de esta manera Walmart ahorra energía.

La tecnología LED, que sus siglas en inglés significa diodo emisor de luz, son lámparas resistentes a la corrosión, carecen de sodio y mercurio, lo cual impacta mucho menos al medio ambiente. Los diodos emisores de luz, constan de bulbos altamente resistentes a la vibración y, al carecer de filamentos y partes de vidrio, su vida útil se incrementa considerablemente. Además, la iluminación se mejora un 42%, lo cual ofrecerá a los clientes una sensación de mayor seguridad por la claridad e intensidad de luz que despliega.

A continuación se muestran las características técnicas:

▪ **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Tecnología de iluminación	• Sistema LED (diodos emisores de luz)
Valor S/P (Factor Escotópico/Fotópico)	• 2.02 o mayor
Curvas de distribución de las luminarias	• Simétrica: Curva V (IES) • Asimétrica: Curva IV (IES)
Voltaje de operación de los drivers	• 120V a 277V / 50-60 Hz
Potencia del sistema (lámpara-driver-luminaria) curva IV	• 94W o menor
Potencia del sistema (lámpara-driver-luminaria) curva V	• 210W o menor
Eficacia mínima inicial del sistema (lm/W)	• 60 lm/W
Eficacia mínima media del sistema (lm/W)	• 60 lm/W
Vida promedio del sistema	• 50 mil horas al 70% del flujo luminoso inicial
Temperatura de color de las lámparas	• 6000° k
IRC de las lámparas	• 70 o mayor
Garantía mínima de operación del sistema	• 5 años, por escrito, incluyendo acabados
Nivel de seguridad del sistema óptico	• IP65 o mayor
Nivel de distorsión de armónicos	• No mayor a 20%
Factor de potencia	• 90% o mayor
Temperatura ambiente de operación del sistema	• -40°C a +50°C
Certificaciones	• NOM, ANCE (adicional: UL)
Protección inherente contra sobrecarga	• IEEE / ANSI C62.41.2-2002
Certificado de cumplimiento de nivel de fotometría de acuerdo con IESNA LM-79	• Emitido por laboratorio externo certificado
Certificado de depreciación de lúmenes de acuerdo con IESNA LM-80	• Emitido por laboratorio externo certificado
Fichas y archivos fotométricos	• Disponibles en formato IES

Criterio de Distribución

1. En términos generales, las luminarias tipo curva 5 se colocan en el centro del estacionamiento, y las curva 4 en el perímetro del predio.

El arreglo de luminarias para el centro del estacionamiento es de un poste con dos luminaras ya que la curva tipo 5 con un arreglo de dos luminarias muestra la siguiente fotometría:

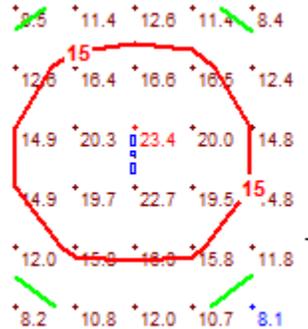


Fig.6

Las luminarias con curva 4 se aprovechan mejor en el perímetro del estacionamiento, en la figura 7 muestra la fotometría de una luminaria curva 4.

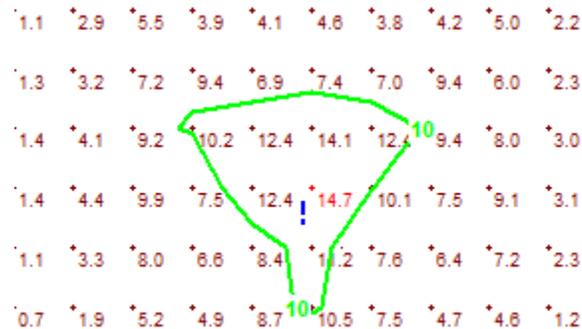


Fig. 7

2. Para el sembrado se utilizó una luminaria tipo curva 4, orientada hacia el interior del estacionamiento por cada poste de alumbrado y dos luminarias curva 5 con un arreglo de 180° entre sí por cada poste.

3. Esta distribución contempla la colocación uniforme de los postes de alumbrado con una separación de entre 24m y 36m de distancia entre sí.

5. Las luminarias son montadas en postes cónicos circulares de metal con una altura de 8.5m

Criterios de Diseño:

Altura de Montaje	Mínima: 8.50m sobre el nivel de piso terminado. Máxima: 9:00m sobre el nivel de piso terminado.
Nivel de Iluminación	25 lx promedio iniciales a 75cm sobre el nivel de piso terminado.
Uniformidad	1:2 máxima. Las mediciones proyectadas son obtenidas por medio de un software de cálculo de iluminación (VISUAL)

Cálculo de la Iluminación

Una vez realizado el sembrado de las luminarias se empleó un software de cálculo de alumbrado (VISUAL) para precisar y comprobar que sean correctas la posición y cantidad de postes y luminarias y que el diseño de la iluminación cumpla con los niveles y la uniformidad de la iluminación determinadas por el cliente.

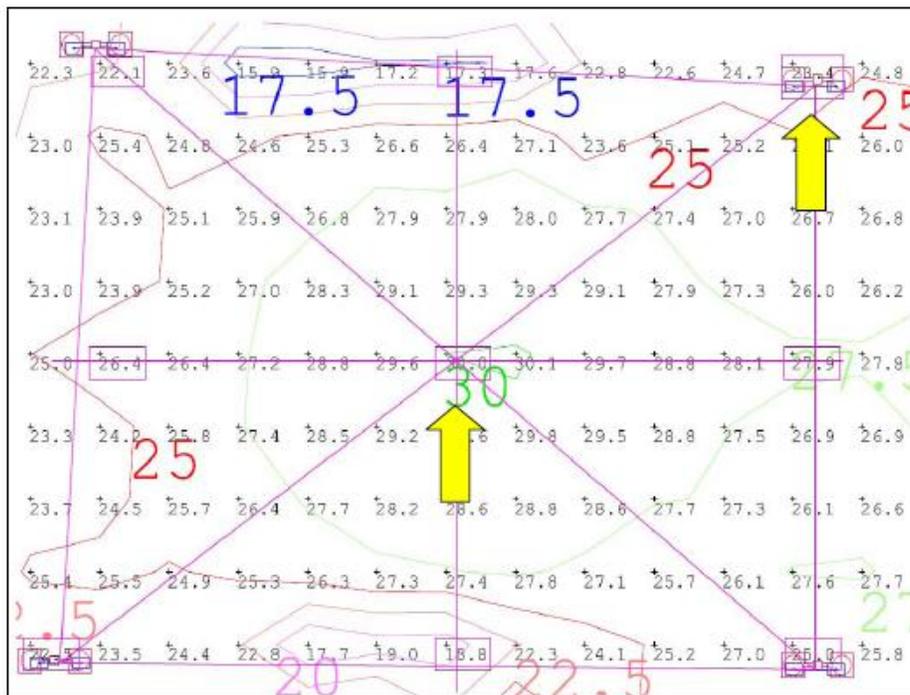


Fig. 8 Niveles de iluminación en estacionamiento

UNIFORMIDAD:

$$\frac{\text{nivel de iluminación debajo del poste (lx)}}{\text{nivel de iluminación entre postes (lx)}} < 2$$

$$\text{Uniformidad} = \frac{23.4 \text{ lx}}{30 \text{ lx}} = 0.78 \text{ lx}$$

0.78 lx < 2 **correcto**

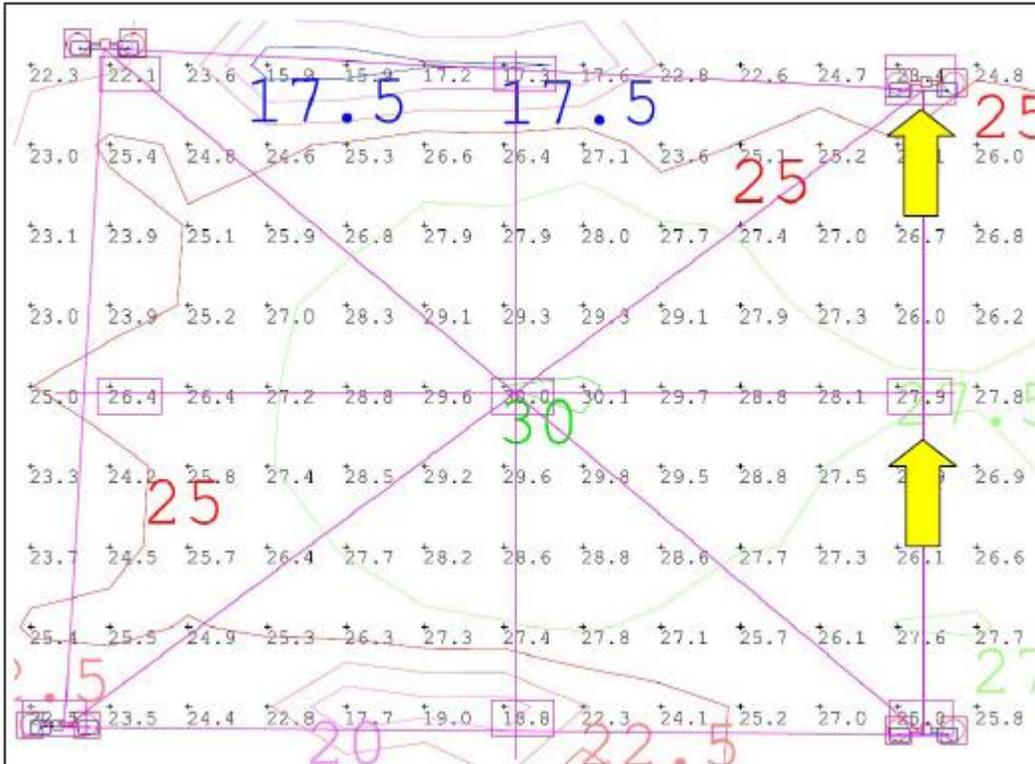


Fig. 9 Niveles de iluminación en estacionamiento

$$\text{Uniformidad} = \frac{23.4 \text{ lx}}{27.9 \text{ lx}} = 0.84 \text{ lx}$$

0.84 lx < 2 **correcto**

A continuación en la Figura. 10 se muestra la simulación de los niveles de iluminación en el estacionamiento exterior de la tienda.

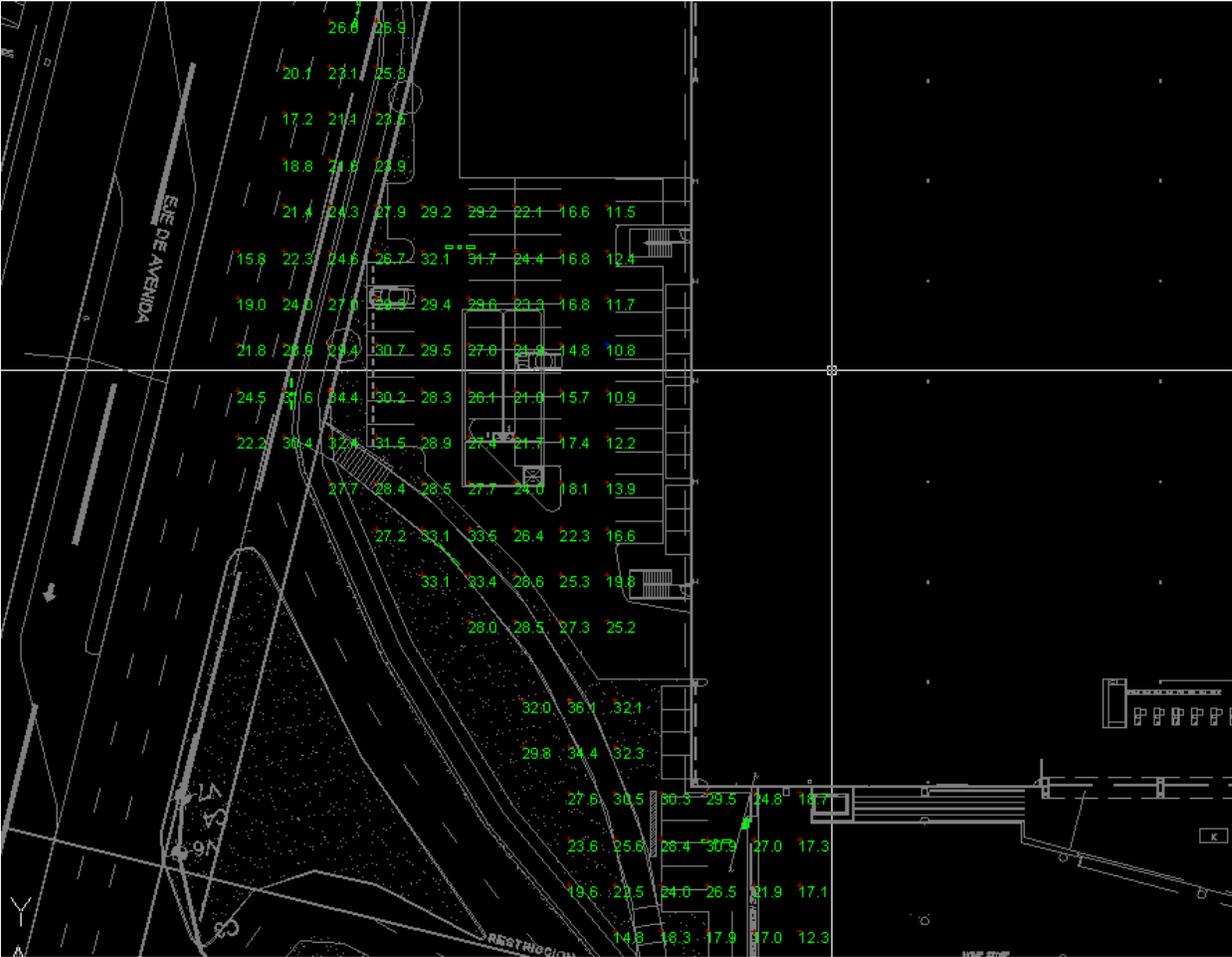


Fig.10 Niveles de Iluminación en estacionamiento.

En la Figura. 11 se muestra el arreglo de luminarias exteriores:

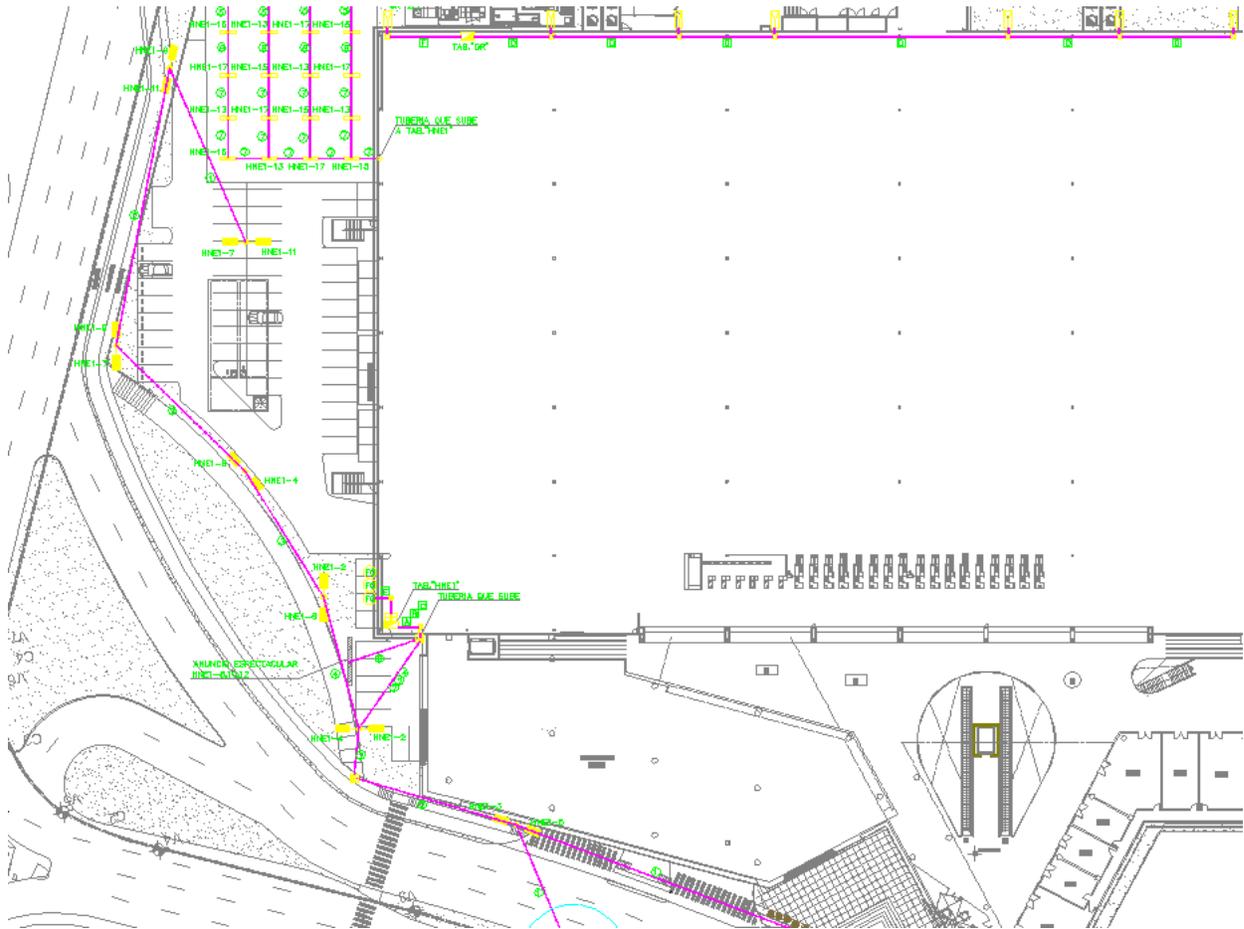


Fig. 11. Ubicación de las luminarias en estacionamiento.

El tablero “HNE” es un tablero que controla el alumbrado exterior y es un tablero que también es controlado por el ahorro de energía. Los circuitos de este tablero se desarrollaron de acuerdo al proyecto como se muestra en la figura 10.

3. Circuitos de Contactos y Fuerza.

3.1 Descripción General.

Para las diferentes áreas del supercenter se requiere de equipos y contactos eléctricos con características y especificaciones que determina el cliente. Las características y especificaciones se muestran en las tablas con la descripción de equipo. En esta parte del proyecto se cuenta con un listado de equipos que requieren de alimentación eléctrica, mediante una guía mecánica se establece la ubicación de cada una de las salidas eléctricas en toda el área de la tienda. El desarrollo del proyecto en esta etapa consiste en verificar la correcta ubicación de las salidas eléctricas, especificaciones técnicas de los equipos, altura de montaje, asignación de circuito, cálculo de protección y cálculo de conductor.

Los circuitos de fuerza en 480 Volts son los siguientes:

Para servicios comunes tenemos los siguientes tableros

1. El tablero "**FHE**" que alimenta el sistema de bombeo de agua potable.
2. El tablero "**PT**" que alimenta la planta de tratamiento de aguas pluviales y de servicios

A continuación se muestra un listado con simbología de los equipos eléctricos que comúnmente se utilizan en un supercenter.

DESCRIPCION DE EQUIPO		
LEGUMBRES		
P02		CONTACTO MONOFASICO DUPLEX A 127V. A +1.20 mts. EN MURO (consumo 6.75 Amp.) CON PROTECCION DE FALLA A TIERRA. EMPLAYADORA.
P15		CONTACTO MONOFASICO DUPLEX A 127V. A +1.20 mts. EN MURO (consumo 1000 W.) CON PROTECCION DE FALLA A TIERRA. EXTRACTOR DE CITRICOS.
EXHIBIDORES DE PAN		
B111		CONTACTO MONOFASICO DOBLE POLARIZADO, h=1.20 mts. 120V. CONSUMO DE 500 W. ESTANTE DE PANADERIA.
B114		CONTACTO MONOFASICO DOBLE POLARIZADO, h=1.20 mts. 120V. CONSUMO DE 500 W. ESTANTE BOLILLERO.
MG105		CONTACTO MONOFASICO DOBLE POLARIZADO, h=1.20 mts. 127V. CONSUMO DE 21 W. EXHIBIDOR DE PANADERIA.
P52		CONTACTO MONOFASICO SENCILLO 127V, 1F, 2H, 60Hz. CONSUMO 180 W. INSTALACIÓN SOBRE MUEBLE SISTEMA ROCIADOR DE LEGUMBRES.
OTROS		
MG64		CONTACTO MONOFÁSICO POLARIZADO, CONSUMO 180W. 127V, 60Hz. 1F. SISTEMA ATRAPAMOSCAS. h=2.20 mts.
MG62		CONTACTO TRIFASICO POLARIZADO CON SEGURO DE MEDIA VUELTA, h=1.50 mts. 220V. 3F, 3H, 60Hz. MCA LEVITON CONSUMO DE 6.5 KW. LAVADO A PRESION (KARCHER)
ANAQ		CONTACTO MONOFASICO DOBLE POLARIZADO 127V, 60Hz, 1F. h=1.20 CONSUMO 20 Amp. ANAQUELES.

DESCRIPCION DE EQUIPO		
PREPARACION DE PESCADO		
S20		CONTACTO MONOFASICO DOBLE POLARIZADO, 127V. 60Hz, NEMA 5-15R. SIMILAR AL CAT. 5262-W, MARCA LEVITON. h=1.20 CONSUMO DE 11.3 Amp. EMPLAYADORA MANUAL 3 ROLLOS.
S36LP		DESCONECTADOR SIN PORTA FUSIBLES TRIFASICO DE 3x30A. CON TIERRA FISICA A 1.50 mts. EN MURO CONSUMO DE 10 Amp. NEMA 3R. VAPORERA PARA ARROZ A GAS.

DESCRIPCION DE EQUIPO		
BODEGAS		
MG43		CONTACTO MONOFASICO DUPLEX A 127V. h=2.20 mts. SISTEMA DE ANSUL. CONSUMO 250W.
MG44A		CONTACTO MONOFASICO DUPLEX A 127V. h=2.20 mts. CAMPANA DE EXTRACTACION CON ANSUL. CONSUMO 250W.
MG55		CONTACTO MONOFASICO DUPLEX A 127V. CONSUMO 180 W., h=1.20 CON PROTECCION DE FALLA A TIERRA PARA BASCULA EN AREA DE RECIBO.
MG62		CONTACTO TRIFASICO POLARIZADO CON SEGURO DE MEDIA VUELTA, h=1.50M. 220V. 3F, 3H, 60Hz. MCA. LEVITON CONSUMO DE 6.5 KW. LAVADO A PRESION (KARCHER)
MG64		CONTACTO MONOFASICO POLARIZADO, CONSUMO 180 W. 127V, 60Hz. 1F. h=2.00 mts. SISTEMA ATRAPAMOSCAS.
MG67		CONTACTO MONOFASICO DUPLEX A 127V. CONSUMO 500 W. INSTALACION SOBRE MUEBLE CON PROTECCION DE FALLA A TIERRA EXHIBIDOR DE CEVICHE.
MG75		CONTACTO MONOFASICO DUPLEX A 127V. CONSUMO 15 W., h=2.00mts CON PROTECCION DE FALLA A TIERRA. OZONIFICADOR.
SUSHI		CONTACTO MONOFASICO DOBLE POLARIZADO EN PISO 127V, 60HZ, 1F., INSTALACION SOBRE MUEBLE CONSUMO 180W. SUSHI.

DESCRIPCION DE EQUIPO

AMASIJO

B12		DESCONECTADOR SIN PORTA FUSIBLES TRIFASICO A 220V. DE 3x30A EN GABINETE NEMA 12 CON TIERRA FISICA h=1.20 mts. EN MURO CONSUMO 6Amp. LAMINADORA DE PIE.
B49		DESCONECTADOR SIN PORTA FUSIBLES TRIFASICO A 220V. DE 3x60A. EN GABINETE NEMA 12 CON TIERRA FISICA h=1.70 mts. EN MURO CONSUMO 6 KW. AMASADOR ESPIRAL DE 80 KGS.
B52LP		CONTACTO MONOFASICO DOBLE POLARIZADO, h=1.20 mts. 127V. PARA MOTOR DE 9 Amp. HORNO DE GIRAVOLT
B155		CONTACTO TRIFASICO POLARIZADO MEDIA VUELTA 220V. 3F, 4H, 60Hz. h=1.20 mts. CONSUMO DE 15Amp. REBANADORA DE PAN.
B74		DESCONECTADOR SIN PORTA FUSIBLES TRIFASICO A 220V DE 3x30A. EN GABINETE NEMA 12 CON TIERRA FISICA h=1.20 mts. EN MURO PARA UN CONSUMO DE 7.5kw. BATIDORA DE 20 LTS.
B79		CONTACTO BIFASICO A 220V. 2F, 3H, 60Hz. CON TIERRA FISICA h=1.70 mts. EN MURO CONSUMO DE 15 AMP. DOSIFICADORA DE AGUA.
B121LP		DESCONECTADOR SIN PORTA FUSIBLES TRIFASICO A 220V. DE 3x30A. EN GABINETE NEMA 12 CON TIERRA FISICA h=1.70 mts. EN MURO CONSUMO 20 AMP. HORNO GIRATORIO.
B130		CONTACTO TRIFASICO POLARIZADO, h=1.20 mts. 220V. 3F, 4H, 60Hz. MARCA LEVITON. CONSUMO DE 500W. ENFRIADOR DE AGUA 200 LTS.
B152		CONTACTO DOBLE POLARIZADO A 1.20 mts. EN MURO, 20 Amp. 127V. 60Hz. COMPRESOR DE PINCEL.
B155		CONTACTO DOBLE POLARIZADO h=1.70 mts. 127V. 1F. 2H. 60Hz. CONSUMO 4 Amp. CORTADORA DE PAN.
B190E		DESCONECTADOR SIN PORTA FUSIBLES TRIFASICO A 220V. DE 3x60A. EN GABINETE NEMA 12 CON TIERRA FISICA A 1.70 mts. EN MURO CONSUMO 8 KW. CAMARA DE FERMENTACION.
B237		CONTACTO MONOFASICO DUPLEX A 127V. h=0.50 mts. LICUADORA 5 LTS. CONSUMO 11.5 Amp.
B238		CONTACTO MONOFASICO DUPLEX A 127V. h=0.50 mts. MICROONDAS CONSUMO 1700 W.
B241		DESCONECTADOR SIN PORTAFUSIBLES DE 3X30A. EN GABINETE NEMA 12. 3F, 220V, 60Hz, CONSUMO 2.7 HP. h=1.50 mts. EN MURO BATIDORA Mco. HOBART 60 LTS.
B194		CONTACTO MONOFASICO DOBLE POLARIZADO, h=1.70 M., 127V. 1F-2H,60Hz,CONSUMO DE 15A REBANADORA DE BOLLOS.

TORTILLERIA

T10LP		DESCONECTADOR SIN PORTA FUSIBLES TRIFASICO A220V DE 3x30A. EN GABINETE NEMA I2 CON TIERRA FISICA A 1.50 mts. EN MURO CONSUMO DE 16.5 Amp. TORTILLADORA DE HARINA DE TRIGO.
T17A		DESCONECTADOR SIN PORTA FUSIBLES TRIFASICO A 220V DE 3x30A. EN GABINETE NEMA I2 CON TIERRA FISICA A 1.50 mts. EN MURO CONSUMO DE 0.84 H.P. ALIMENTADOR DE HORNO.
T17LP		DESCONECTADOR SIN PORTA FUSIBLES TRIFASICO A 220V DE 3x30A. EN GABINETE NEMA I2 CON TIERRA FISICA A 1.50 mts. EN MURO CONSUMO DE 4 H.P. HORNO DE TORTILLERIA-GAS/LP.
T18		DESCONECTADOR SIN PORTAFUSIBLES DE 3x30A. NEMA 12. 220V. CONSUMO 3/4 HP. +1.50 mts. EN MURO. AMASADORA DE TORTILLERIA.
T19		DESCONECTADOR SIN PORTA FUSIBLES TRIFASICO A 220V DE 3x60A. EN GABINETE NEMA I2 CON TIERRA FISICA A 1.50 mts. EN MURO PARA UN CONSUMO 2.76 KW. BATIDORA DE MASA-HARINA.
T20		CONTACTO BIFASICO POLARIZADO MURO h=1.20 mts. 220 V. 2F, 3H, 60Hz. CONSUMO DE 10 Amp. BOLEADORA.
T22		CONTACTO BIFASICO DE MEDIA VUELTA A 220V. 2F, 3H, 60 Hz. CON TIERRA FISICA A 1.50 mts. EN MURO CONSUMO DE 1/2 HP. DOSIFICADORA DE AGUA.
T29		DESCONECTADOR SIN PORTA FUSIBLES TRIFASICO A 220V DE 3x100A. EN GABINETE NEMA I2 CON TIERRA FISICA A 1.50 mts. EN MURO PARA UN CONSUMO 5000W. FREIDORA ELECTRICA SENCILLA.
H60		CONTACTO MONOFASICO DOBLE POLARIZADO 127V, 50Hz, 1F., h=1.20mts. S.N.P.T. CONSUMO 15 AMP. DESPACHADOR DE REFRESCOS.

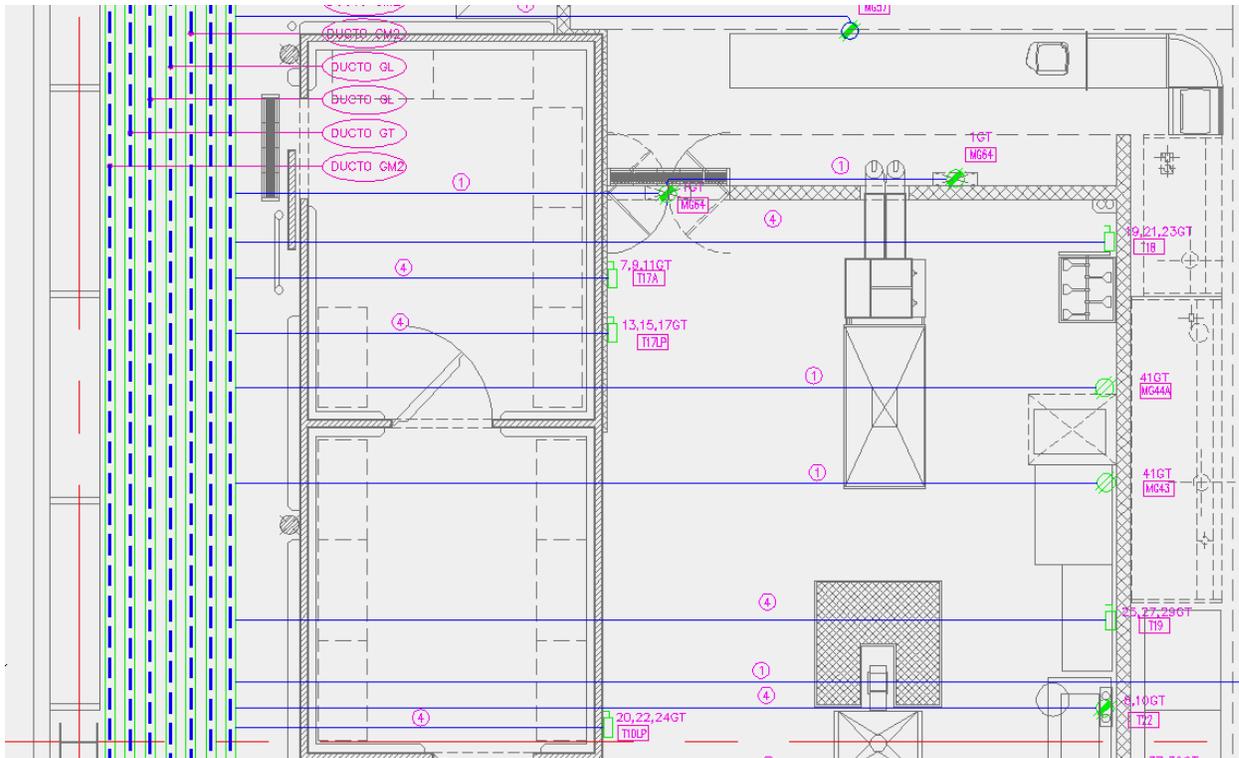


Figura 13. Ubicación de contactos y desconectores en tortillería

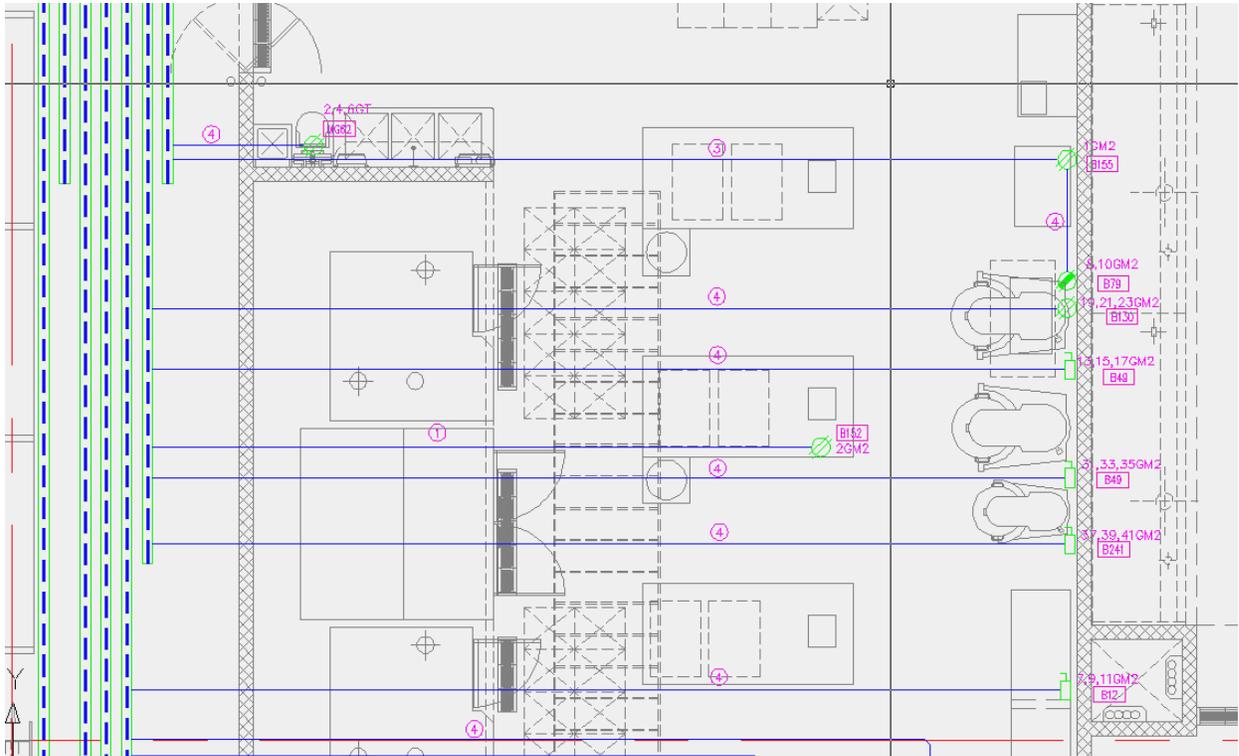


Figura 14. Ubicación de contactos y desconectores en amasijo

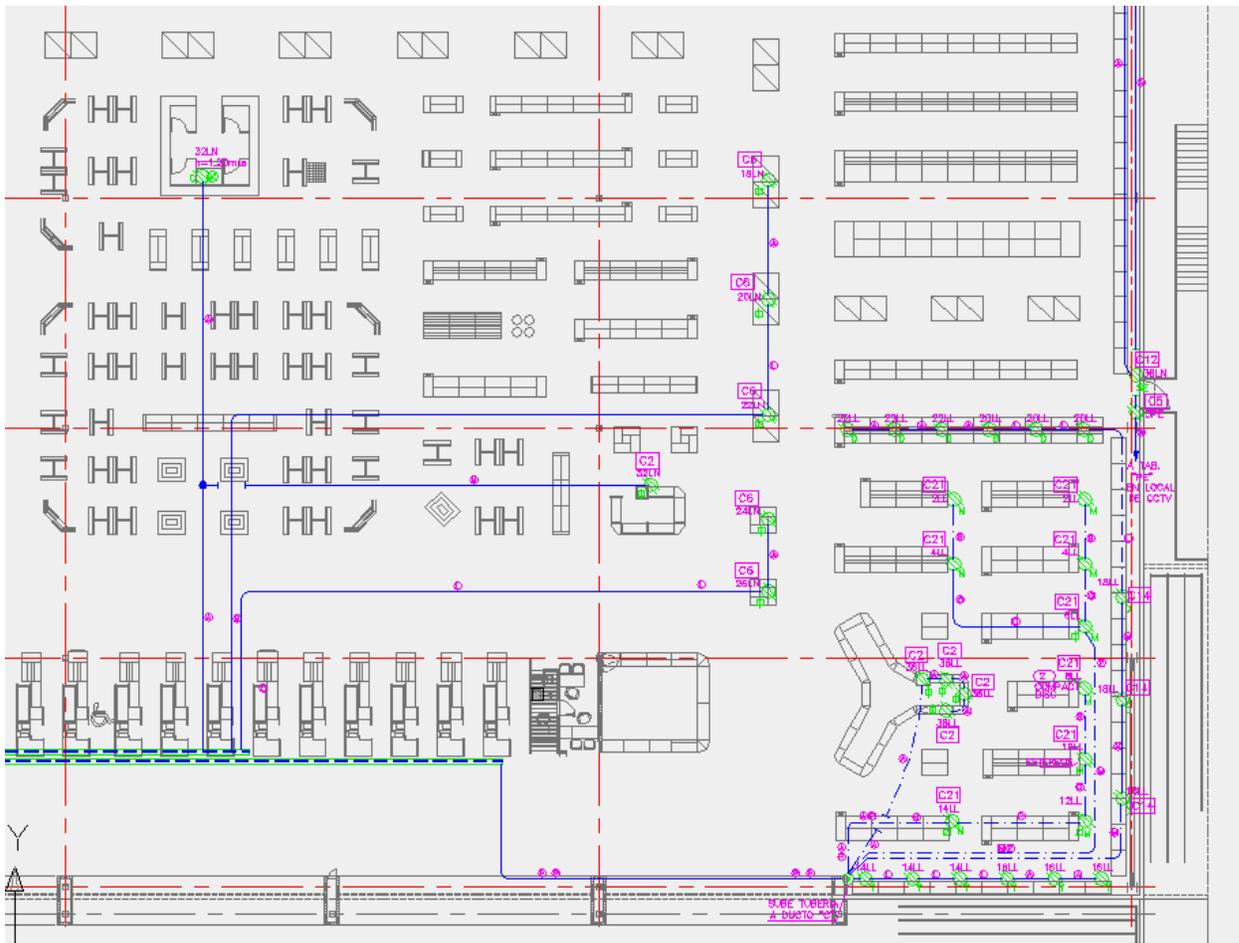


Figura 15. Ubicación de contactos en piso de ventas

3.2 Distribución de circuitos

Los circuitos de contactos y fuerza en 220/127V son los siguientes.

Para servicios de la zona de abarrotes se tienen los siguientes tableros como se muestra en la tabla A.

TABLA "A"

Nombre de Tablero y Área de Servicio
Tablero GM1. Amasijo
Tablero GM2. Amasijo
Tablero GT. Tortillería
Tablero GL. Salchichonería deli Rosticería.
Tablero GC. Carnes
Tablero GF. Pescados
Tablero GP. Frutas y verduras. Abarrotes y carnes
Tablero GK. Cocina.
Tablero GG. Serv. Comunes

Para servicios de la zona de piso de ventas se tienen los siguientes tableros como se muestra en la tabla B.

TABLA “B”

Nombre de Tablero y Área de Servicio
Tablero LN. Contactos Tienda
Tablero LL. Contactos Tienda
Tablero LC. Contactos Tienda
Tablero LB. Contactos Tienda
Tablero LE. Contactos Tienda
Tablero LS. Contactos Tienda

En la tabla C se muestran los tableros de fuerza para el aire acondicionado

TABLA “C”

Nombre de Tablero
Tablero HA.
Tablero HB.
Tablero GS1.
Tablero GS2.

Para el cálculo de la alimentación eléctrica, protecciones y accesorios de cada equipo, se determina por medio de los siguientes artículos de la NOM-001-SEDE-2005.

Sección 430. Circuitos de motores y sus controladores

Tabla 430-150 corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a.

Tabla 310-16 capacidad de conducción de corriente permisible de conductores aislados.

Sección 430-24. Varios motores y otras cargas.

Para el cálculo del alimentador y la protección de estos circuitos y tableros se realizaron los cálculos como se muestra en el ANEXO 1 y 2.

4. Sistemas de Datos y Energía Regulada.

4.1 Descripción general.

En el sistema eléctrico de la tienda es importante contar con energía eléctrica regulada, de esta manera se permite el óptimo funcionamiento de áreas importantes como facturación, puntos de venta, área de sistemas y servicio de cajas principalmente. De esta manera los equipos de cómputo y equipos electrónicos indispensables en la tienda cuentan con un respaldo de energía pero sobre todo con energía eléctrica sin variaciones de voltaje que afecten a dichos equipos. De esta manera se permite al personal de la tienda programar sus actividades y guardar información de importancia, pero sobre todo dar continuidad y atención a los clientes de la tienda.

Los criterios de diseño de sistemas, están basadas en los estándares establecidos por el departamento de sistemas, para wal-mart de México.

Partiendo de que la energía regulada se encuentra distribuida por varios puntos de las tiendas, para la manipulación de ésta, se cuenta con dos puntos de control (centro de cómputo) llamados IDF y MDF los cuales se encuentran ubicados en los extremos de la tienda.

4.2 Arreglo de cuartos eléctricos.

Cuarto de IDF

En el cuarto de IDF se tiene instalado un transformador seco de 45 kVA factor k-20, delta-estrella 3F, 4H, 60Hz, 480/220-127V. De este transformador se conectará a un tablero general ("**TAB.X**"). El tablero **X** de 220V, 3F, 4H 60Hz. Del cual se derivan alimentadores al UPS 1 y UPS 2 respectivamente, los UPS son de 12 kVA y 8 kVA respectivamente, cada uno en 220/127V, de la salida del UPS se conecta al tablero **R1** y **R2** respectivamente de los cuales se derivan los circuitos que alimentan a los diferentes servicios de la tienda.

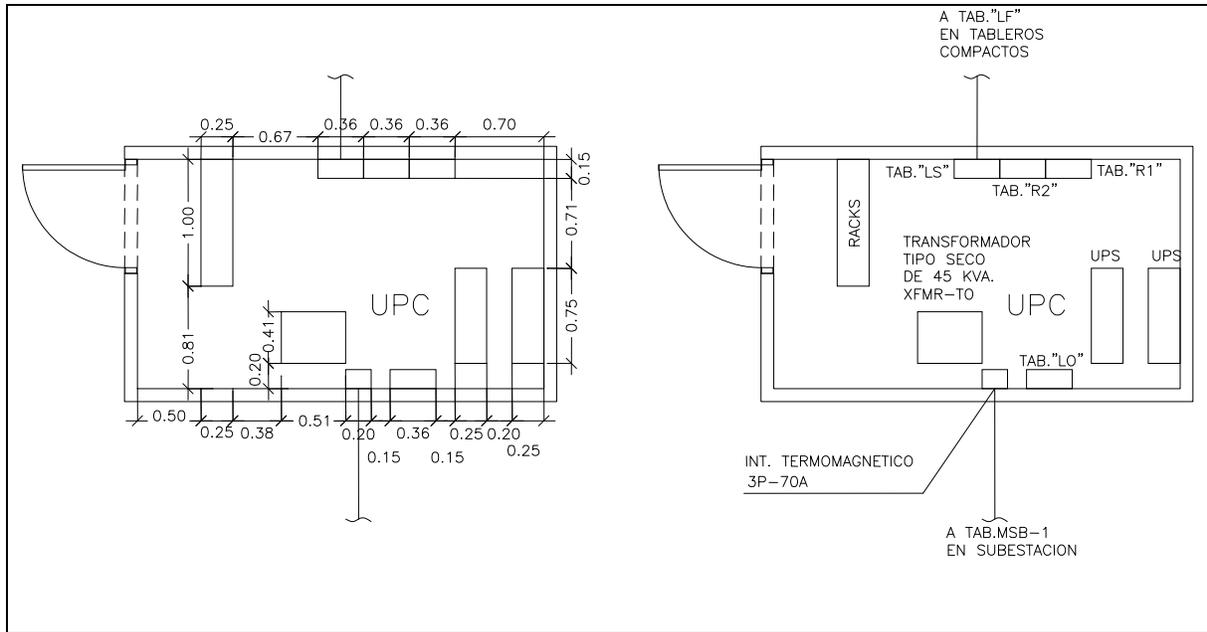


Figura 17. CUARTO DE SISTEMAS IDF

Cuarto de MDF

En el cuarto de MDF se tiene instalado un transformador seco de 45 kVA factor k-20, delta estrella 3F, 4H, 60Hz, 480/220-127V. De este transformador se alimenta a un tablero general ("TAB.X"). El tablero X es de 220V, 3F, 3H 60Hz. Del cual se derivan alimentadores al UPS 1 y UPS 2 respectivamente, los UPS son de 8 y 12 kVA cada uno respectivamente en 220/127V, de la salida del UPS se conecta al tablero R'1 y R'2 respectivamente de los cuales se derivan los circuitos que alimentan a los diferentes servicios de la tienda.

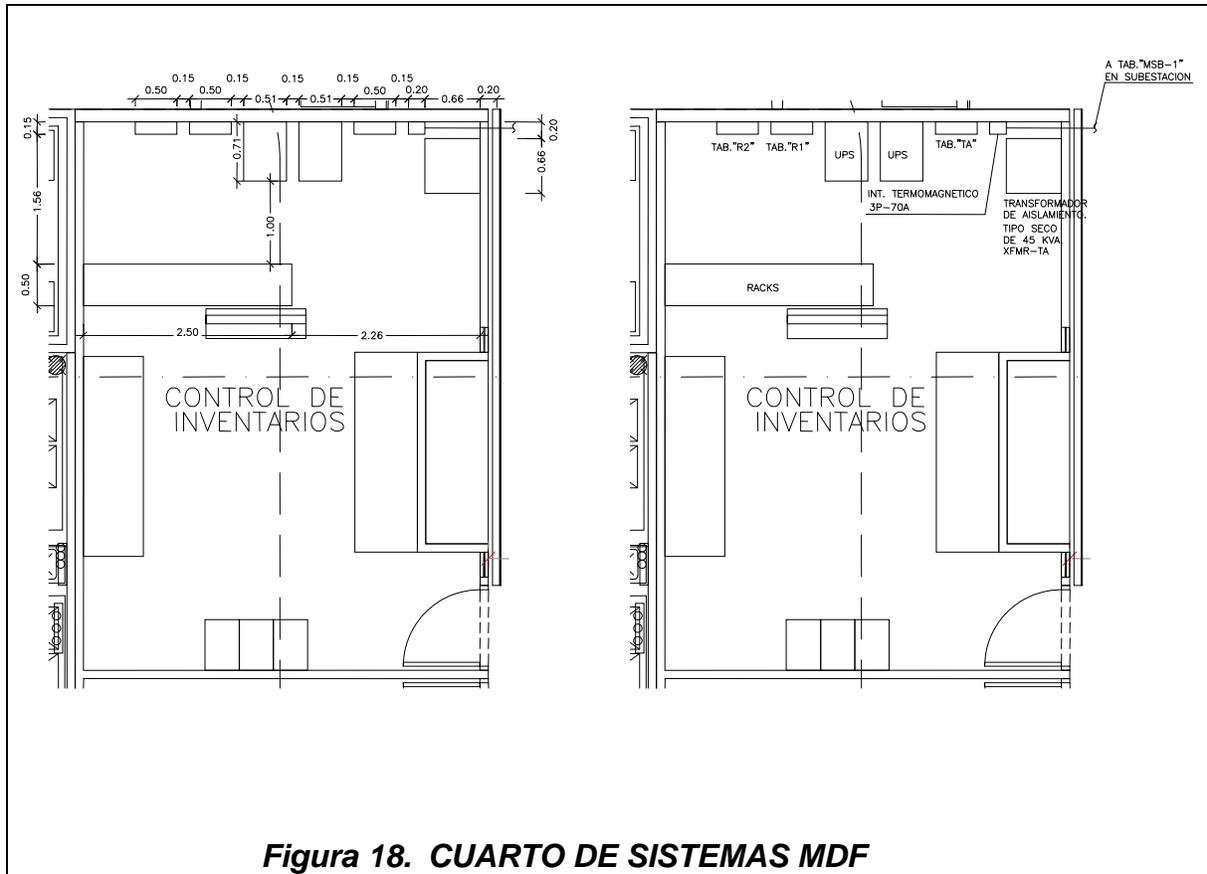


Figura 18. CUARTO DE SISTEMAS MDF

4.3 Alimentadores de MDF e IDF.

La conexión de los equipos del cuarto de MDF se realiza desde la subestación en forma independiente. La protección para el tablero general del cual se derivan el alimentador es de 3 X 70A. Este alimentador llega a un interruptor termomagnético de 3P-70A ubicado cerca del primario del transformador de 45 kVA(XFMR TA) con un factor K-20, 3 fases, 4 hilos, conexión delta-estrella en 480-220/120 volts.

De este transformador se conecta un tablero llamado tab. "LA" trifásico, 220/127volts s y del tablero "LA" se derivan alimentadores a los 2 UPS, uno de los UPS es de 12 kVA y otro de 8 kVA, un supresor de picos.

De los UPS se derivan dos alimentadores a los tablero R1 y R2 los cuales controlaran la energía regulada de la mitad de la tienda, los UPS son protegidos con dos interruptores uno de 2 X 70Amp. y otro de 2 X 50Amp. respectivamente.

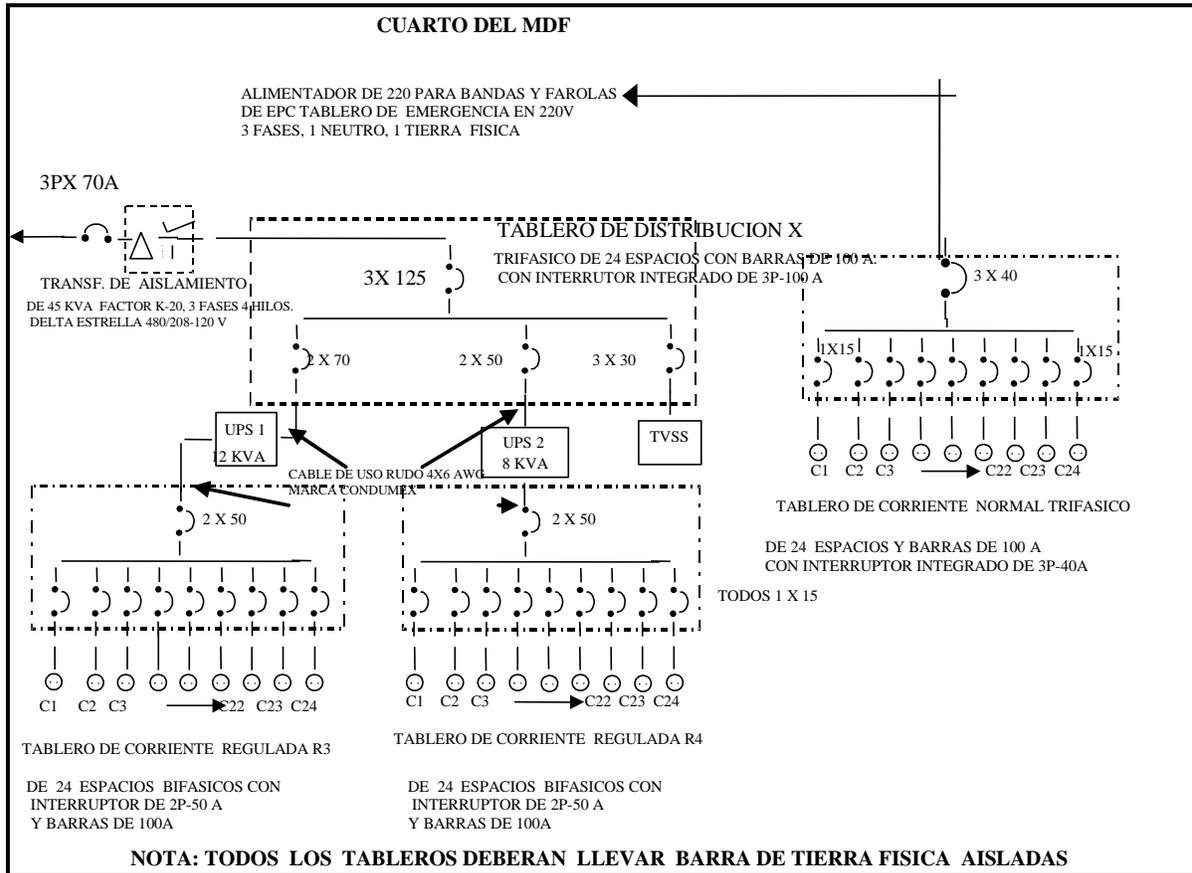


Fig 19. Diagrama Unifilar del sistema de Datos MDF

Las áreas de sistemas y facturación cuentan con un sistema de aire acondicionado que mantenga una temperatura promedio de 18°C

El área deberá contar con un mínimo de dos muros de material sólido en forma de escuadra, ya que en uno de ellos se fijan los tableros de distribución eléctrica.

La conexión de los equipos del cuarto de IDF se realiza desde la subestación en forma independiente en una tubería galvanizada pared gruesa. La protección que se tiene en el tablero general del cual se derivan el alimentador es de 3 X 70A. Este alimentador llega a un interruptor termomagnético de 3P x 70 ubicado cerca del primario del transformador de 45 kVA (XFMR TA) con un factor K 20, 3 fases, 4 hilos conexión delta estrella en 480-220/127 volts.

Este transformador alimenta a un tablero llamado tablero "LO" trifásico, 220/127volts. Del tablero "LO" se derivan alimentadores a los 2 UPS, uno de los UPS es de 12 kVA y otro de 8 kVA, un supresor de picos

De este transformador se conecta un tablero llamado tab. "X" trifásico, 220/127 volts. Del tablero "X" se derivan alimentadores a los UPS y un supresor de picos. De los UPS se derivaran dos alimentadores a los tablero R3 y R4 los cuales controla la energía regulada de la mitad de la tienda, los UPS quedan protegidos con dos interruptores de 2 X 50Amp. Respectivamente.

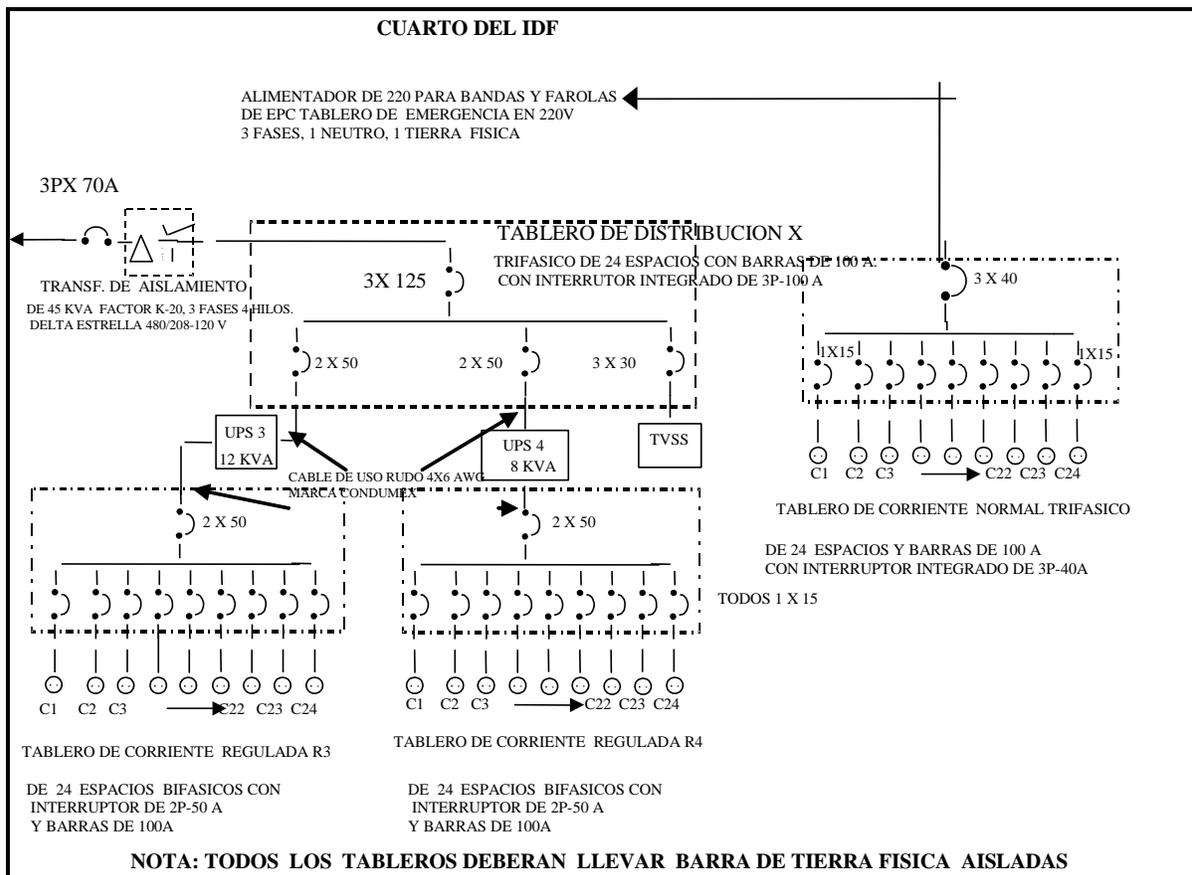


Fig.20 Diagrama Unifilar del Sistema de Datos IDF

Es importante que todo sistema de energía regulada tenga un buen sistema de tierras, la tierra física es un sistema de conexión de seguridad que se diseña para la protección de equipo eléctrico y electrónico de disturbios y transitorios imponderables por lo cual sus equipos pueden ser dañados.

La función de puesta a tierra de una instalación eléctrica es de forzar la derivación, al terreno, de las intensidades de corriente, de cualquier naturaleza que de puedan originar, ya se trate de corrientes de defecto, o debidas a descargas atmosféricas, de carácter impulsional.

Con esto se logra limitar la diferencia de potencial que, en un momento dado, puede presentarse entre estructuras metálicas y tierra. Posibilitar la detección de defectos de tierra y asegurar la actuación y coordinación de las protecciones eliminando o disminuyendo, así, el riesgo que supone una avería para el material utilizado y las personas.

Limitar las sobretensiones internas que puedan aparecer en la red eléctrica, en determinadas condiciones de operación. Evitar que las tensiones de frente (impulsos) que originan las descargas de los rayos, en el caso de las instalaciones de exterior.

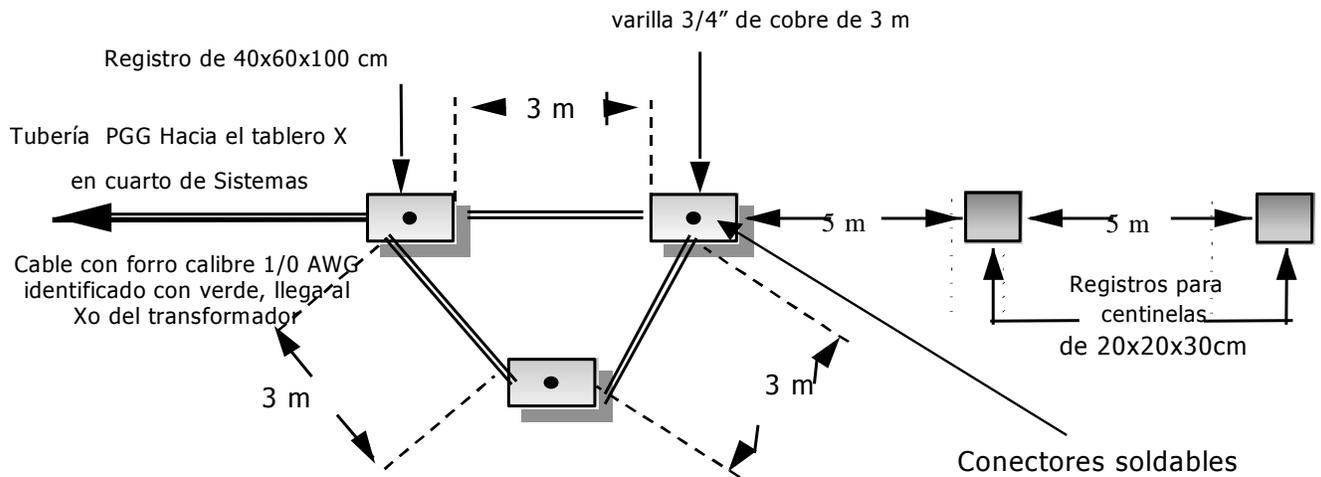
Los elementos que componen el sistema de tierras para la protección de estos equipos son:

- Los neutros irán independientes y aislados de la tierra física.
- Una sola varilla tipo cooperweld de 3 m en cada registro.
- La resistencia de la tierra física deberá ser menor a de 5 ohms.
- El registro de tierras deberá se de 40 cm. x 60 cm x 1.0 m de profundidad, incluye tapa y disparo de salida hacia tablero x.
- Aterrizar todos los gabinetes de los tableros eléctrica (QO's) con la tierra física de la subestación con zapatas independientes.
- En la terminal (X 0) del transformador unir con neutro la tierra procedente de la subestación con la tierra delta del sistema que se instaló.
- Aterrizar los racks con cable cal. 8 AWG tipo THW-LS, desde la barra aislada de tierras físicas del tablero "X" a cada uno con cables independientes.
- Al concluir los trabajos de las tierras físicas se deberán obtener los repostes correspondientes de las mediciones tanto para la tierra del MDF como para la tierra del IDF y estos deberán cumplir con la norma (medida máxima de 5 ohms)
- El cable a utilizar en el sistema de tierra será 4/0 desnudo.
- La conexión de las varillas con el cable desnudo 4/0 es con soldadura cadwell.

- El cable que va de la delta de los cuartos MDF, IDF es 1/0 AWG aislado y en tubería pared gruesa de 27mm.
- Deben de construirse dos registros de prueba en cada sistema de tierras (MDF, IDF) de 20x20x30cm.

Con base en lo anterior este proyecto se diseño el siguiente esquema de tierras físicas para la energía regulada.

DELTA DE TIERRAS FISICAS

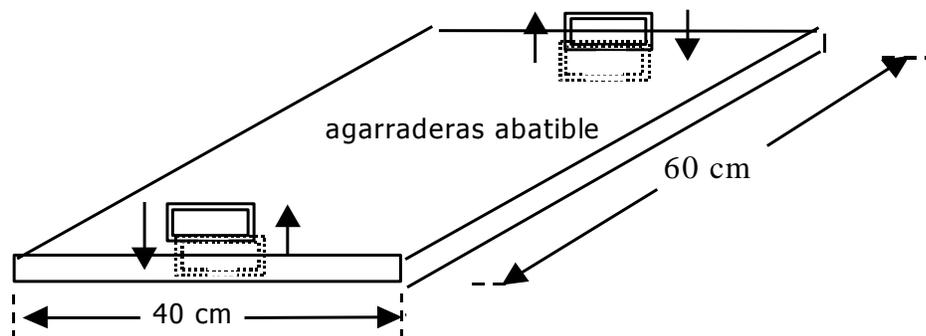


==== Cable desnudo calibre 4/0 AWG

==▶ Tubería de pared gruesa de 27 mm

■ Registro para el sistema de tierras de 40x60x100cm. con con tapa.

■ Registro para centinelas de 20x20x30cm. Estos registro deberán estar en línea recta entre si y con el electrodo a medir. Los registros para los centinelas, no deben tener varilla de cobre



En la figura 21 se muestra el detalle de electrodo para conexión a tierra del sistema eléctrico para U.P.S

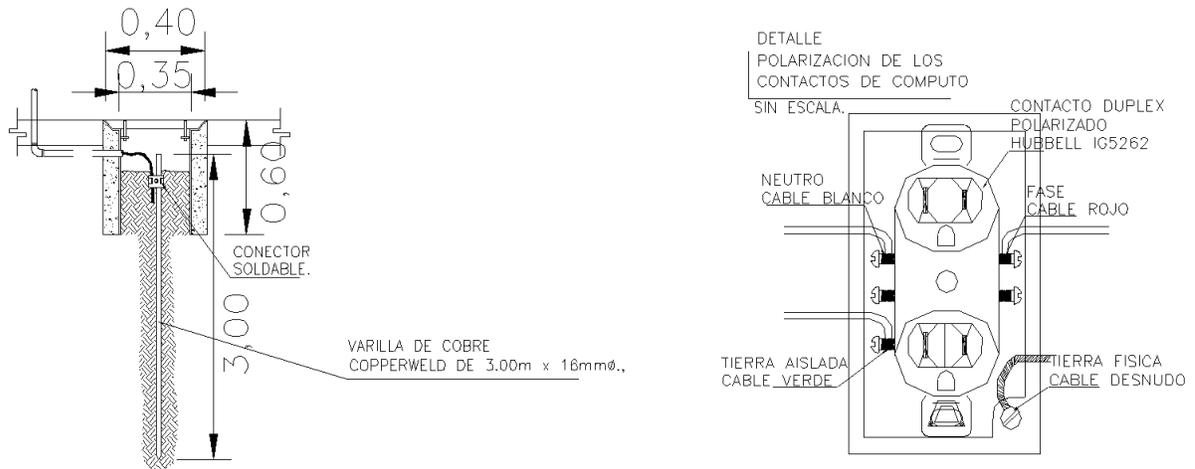


Fig. 21

4.4 Circuitos de Distribución de Energía Regulada.

UBICACIÓN DE LOS INTERRUPTORES EN EL TABLERO “R”

interruptor general	cto 1
interruptor general	cto 3
interruptor general	cto 5
ups 1	cto 7
ups 1	cto 9
ups 2	cto 11
ups 2	cto 13
	cto 15
	cto 17
supresor picos	cto 16
supresor picos	cto 18
supresor picos	cto 20

TABLA DE SERVICIOS DE CONTACTOS ELECTRICOS PARA LOCAL IDF

UBICACIÓN	CANT	TIPO	TAPA	CIRCUITO
General A				ups 1 cto 1
General B				ups 1 cto 3
Rack	1	twist lock	naranja	ups 1 cto 5
Cajas 7,8,9	3	Duplex Americano	naranja	ups 1 cto 7
Farmacia	3	Duplex Americano	naranja	ups 1 cto 9
Electrónica	3	Duplex Americano	naranja	ups 1 cto 11
Cajas 1,2,3	3	Duplex Americano	naranja	ups 1 cto 2
Cajas 13,14,15	3	Duplex Americano	naranja	ups 1 cto 4
Cajas 19,20,21	3	Duplex Americano	naranja	ups 1 cto 6
Basculas	4	Duplex americano	naranja	ups 1 cto 8
Cuarto de sistemas	2	Duplex americano	naranja	ups 1 cto 10

Deli	2	Duplex americano	naranja	ups 1 cto 12
Rack	1	Duplex americano	naranja	ups 2 cto 5
Cajas 10,11,12	3	Duplex americano	naranja	ups 2 cto 7
Cajas 22,23	2	Duplex americano	naranja	ups 2 cto 9
Servicios al cliente	2	Duplex americano	naranja	ups 2 cto 11
Cajas 4,5,6	3	Duplex americano	naranja	ups 2 cto 2
Cajas 16,17,18	3	Duplex americano	naranja	ups 2 cto 4
Salchichonería	2	Duplex americano	naranja	ups 2 cto 6
Cuarto eléctrico	2	Duplex americano	naranja	ups 2 cto 8
Paquetería y Fotorevelado	4	Duplex americano	naranja	ups 2 cto 10
Cajeros	2	Duplex americano	naranja	Ups 2 Cto 12

TABLA DE SERVICIOS DE CONTACTOS ELECTRICOS PARA LOCAL MDF

UBICACION	CANT	TIPO	TAPA	CIRCUITO
General a				ups 3 cto 9
General b				ups 3 cto 11
Rack	1	Duplex americano	naranja	ups 3 cto 5
Pescadería	2	Duplex americano	naranja	ups 3 cto 2
Area de recibo	2	Duplex americano	naranja	ups 3 cto 4
Carnes	2	Duplex americano	naranja	ups 3 cto 6
Devoluciones	2	Duplex americano	naranja	ups 3 cto 8
Cuarto eléctrico	2	Duplex americano	naranja	ups 3 cto 10
General c				ups 4

				cto 3
General a				ups 4 cto 1
Rack	1	Duplex americano	naranja	ups 4 cto 5
Subgerente	2	Duplex americano	naranja	ups 4 cto 7
Vigilancia	2	Duplex americano	naranja	ups 4 cto 9
Farmacia	2	Duplex americano	naranja	ups 4 cto 11
Cuarto de sistemas	2	Duplex americano	naranja	ups 4 cto 2
Cuarto de sistemas	2	Duplex americano	naranja	ups 4 cto 6
Cuarto de sistemas	2	Duplex americano	naranja	ups 4 cto 8
Capacitación	2	Duplex americano	naranja	ups 4 cto 10

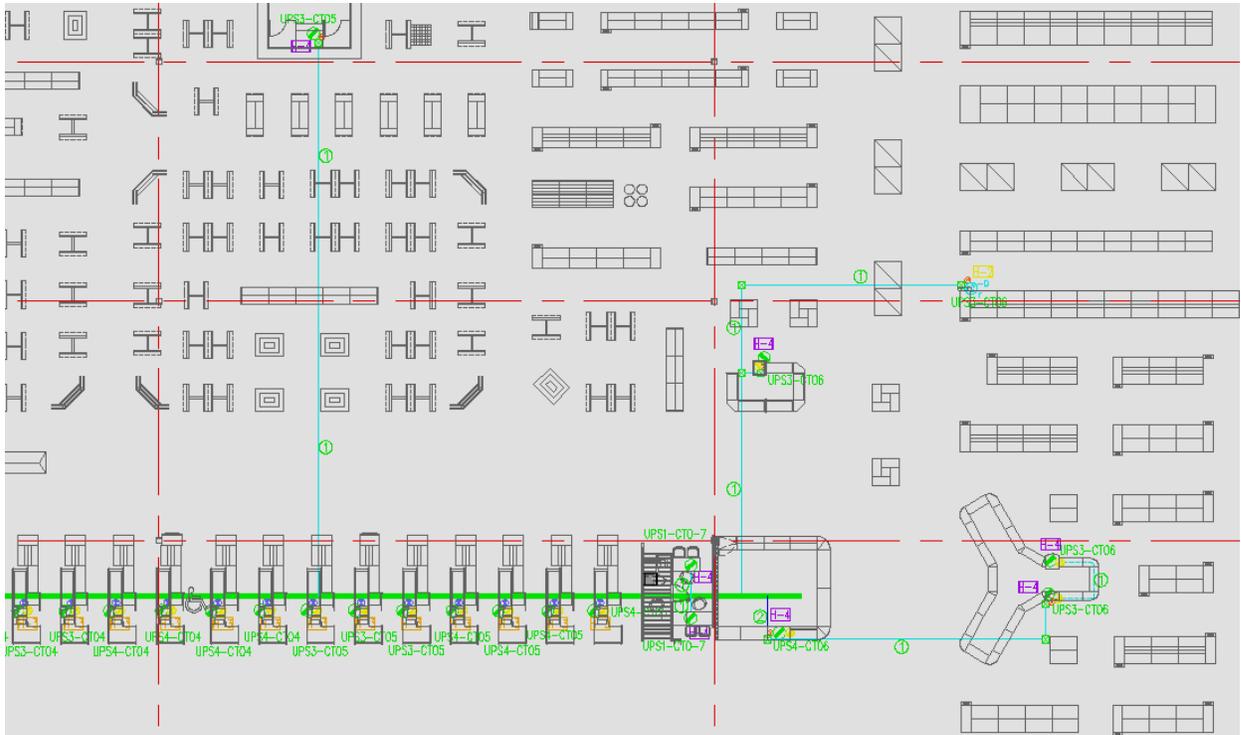


Figura 22. Ubicación de contactos regulados en piso de ventas

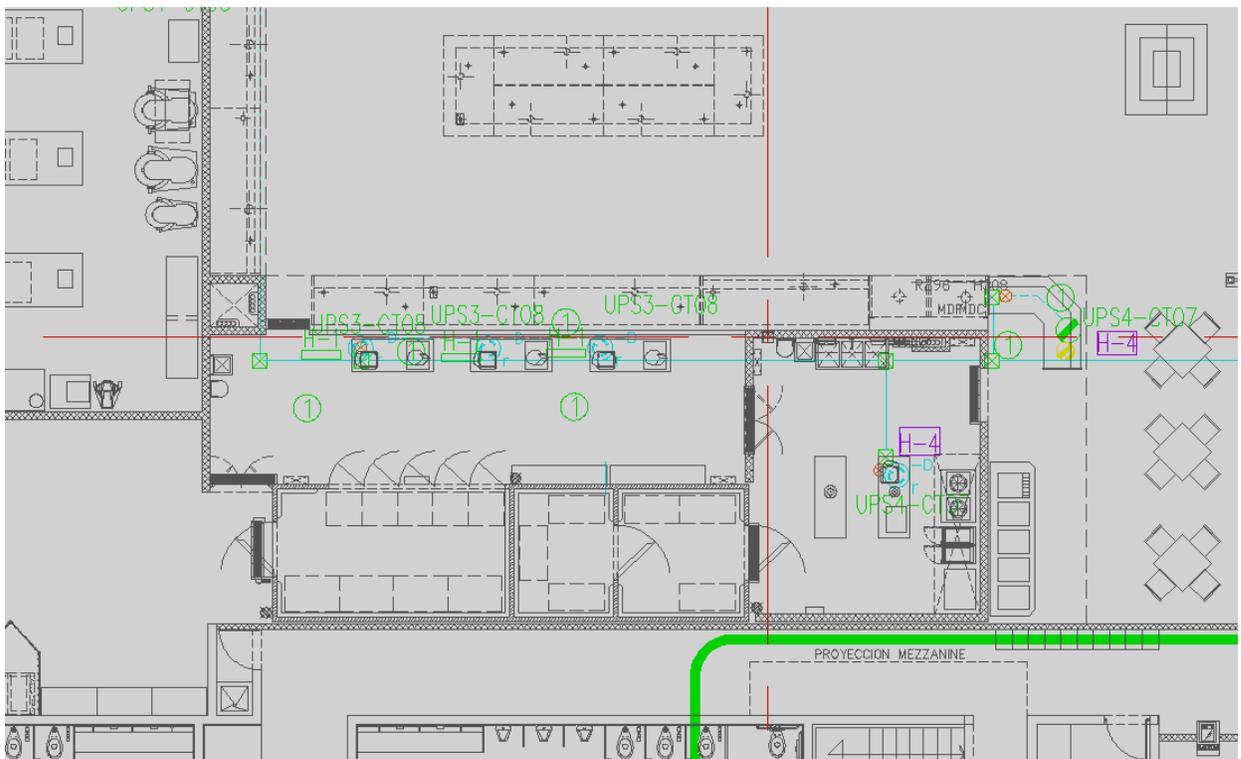


Figura 23. Ubicación de contactos regulados en punto de ventas

4.5 Distribución de Salidas de Datos

CENTRO DE CÓMPUTO

La ruta para estos cables de datos se instalan a través de la canaleta HUBELL TIPO MT9BC5

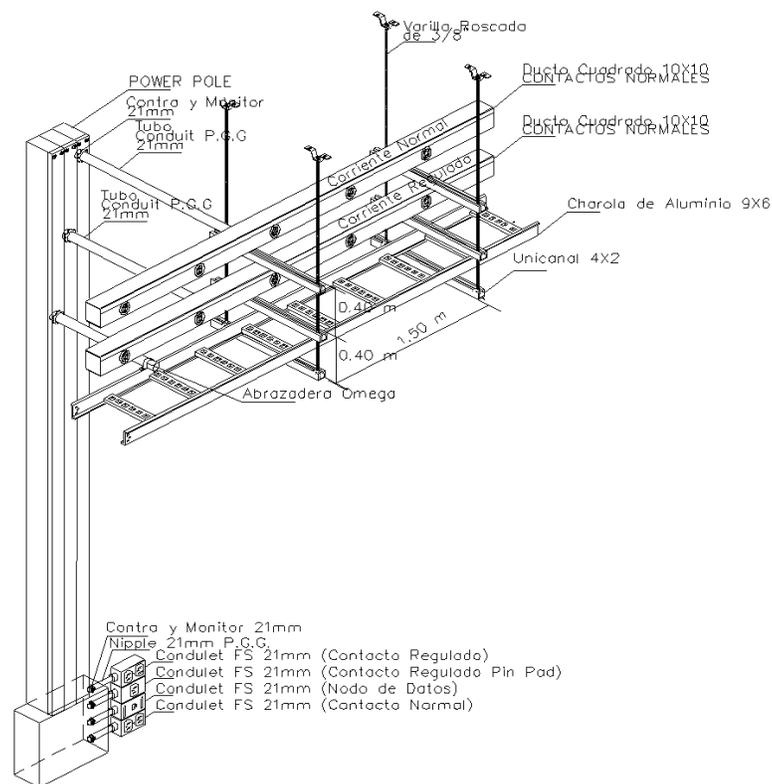
Esta canaleta nos permite llevar los cables de datos hasta los racks donde se alojan los equipos, colocándola perimetralmente en el centro de Cómputo.

El enlace entre MDF e IDF llega por arriba de los racks y sigue dos rutas separadas una por el centro de la tienda y la otra por el costado de la tienda.

En línea de cajas se utiliza charola de aluminio para alojar los cables UTP- cat. 5e de cada una de las cajas para hacerla llegar al IDF.

En oficinas, las rutas para estos servicios se llevan directamente del MDF con tubería PGG, ramificándose hacia las diversas posiciones,.

Estas ubicaciones incluyen: Gerencia, Secretaria de Gerencia, Personal, Jefes de Departamento, Facturación, Distrital, Secretaria de Distrital y Recibo.



DETALLE DEL POWER POLE PARA LINEA DE CAJAS
DETALLE DE CONEXION DEL JACK Y EL FACE PLATE

ESCALA: 5/E

Figura 24

Para Las básculas, sale un cable UTP N-5e del MDF y llega un cable por cada báscula en las diferentes áreas como Salchichería, Frutas y Verduras, Panadería, etc. Los contactos para estos servicios son twist lock de 3x15 A Hubbell No. de parte IG4710 y la clavija de 3x15 A No. parte HBL4720C.

En los remates se instalan Plugs, Jacks, Faceplates y patch cods del tipo industrial

PATCH PANEL "A", UBICADO EN EL RACK DEL MDF DEL CENTRO DE COMPUTO.

DIRECTORIO DE DATOS, PATCH PANEL "A" MDF	
PPA01	PC GERENCIA
PPA02	PC PERSONAL
PPA03	PC SISTEMAS
PPA04	PC SUPER ENTREGA
PPA05	PC DISTRITAL (CUANDO APLIQUE)
PPA06	PC ASISTENTE DISTRITAL(CUANDO A)
PPA07	PC SUBGERENCIA
PPA08	PC CBL1
PPA09	PC CBL2
PPA10	PC CBL3
PPA11	PC CBL4
PPA12	PC CBL5
PPA13	PC CBL6
PPA14	PC LIBRE
PPA15	PC LIBRE
PPA16	IMPRESORA JEFES DEPARTAMENTO
PPA17	IMPRESORAS RECIBO 1
PPA18	IMPRESORAS RECIBO 2
PPA19	IMPRESORA SISTEMAS
PPA20	IMPRESORA PERSONAL
PPA21	IMPRESORA DE DISTRITAL
PPA22	IMPRESORA LIBRE
PPA23	THIN CLIENT GERENCIA
PPA24	THIN CLIENT UPC 01

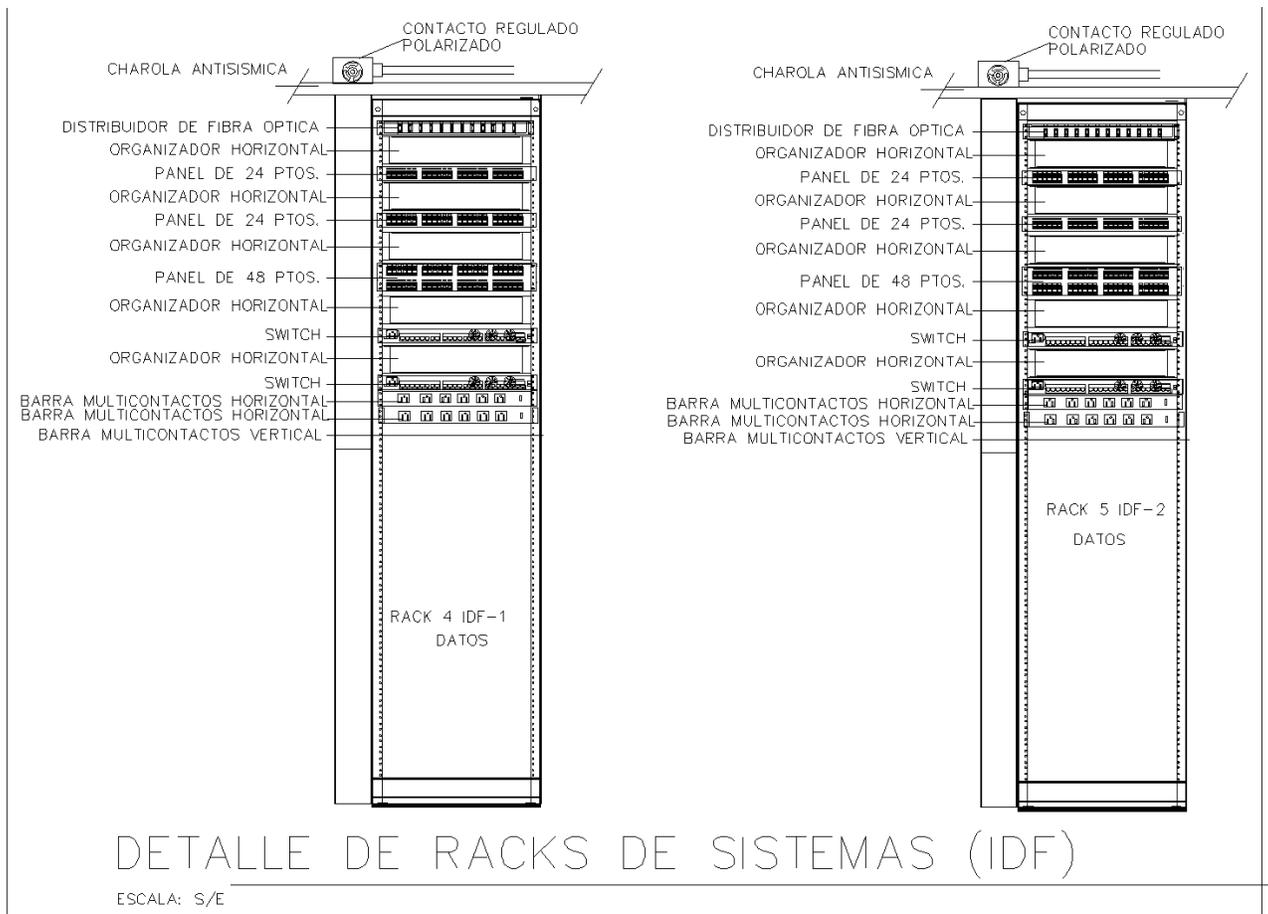


Figura 25 Detalle de Racks de Sistemas

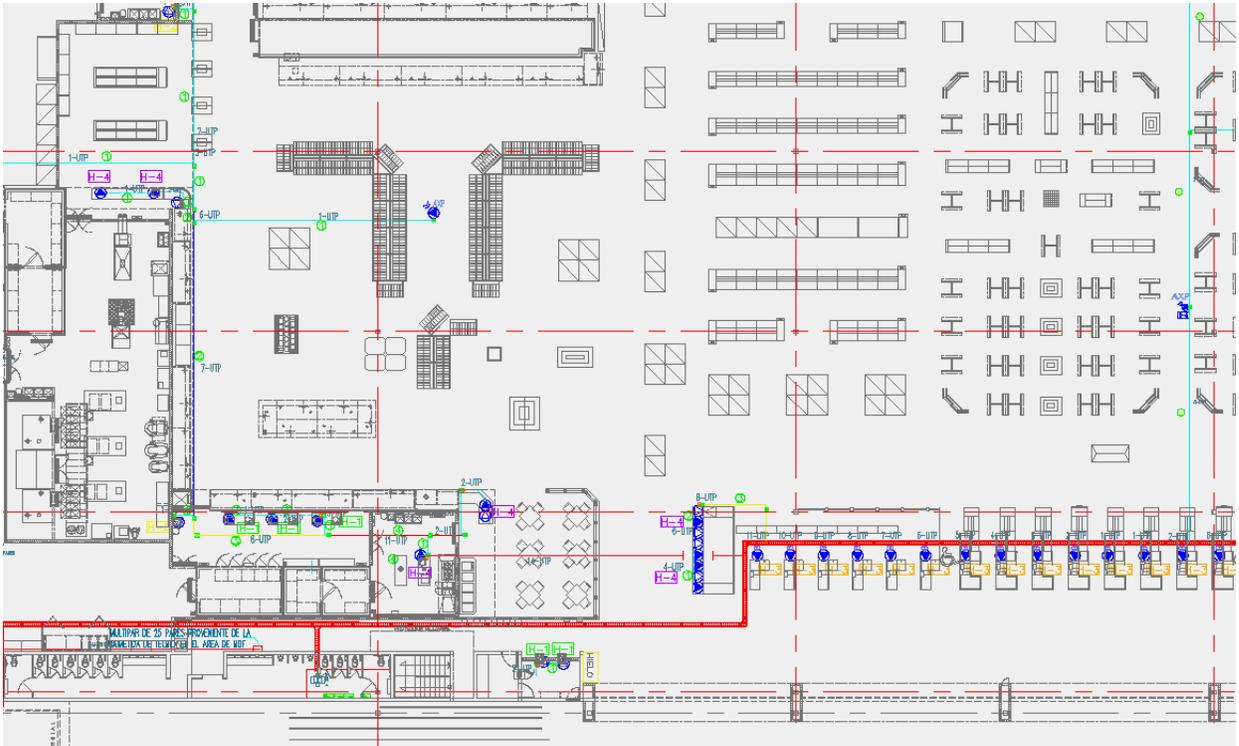


Figura 26. Ubicación de salida de datos en piso de ventas.

5. Sistemas Tierras y Sistema de Protección contra descargas atmosféricas.

5.1 Descripción General del Sistema de Tierras.

El principal objetivo del sistema de tierras es proporcionar seguridad a las personas que se encuentran operando los equipos eléctricos, y protección a las instalaciones. El propósito de la puesta a tierra de los equipos eléctricos es eliminar los potenciales de toque que pudieran poner en peligro la vida, y para que operen correctamente las protecciones por sobre corriente en los equipos. Lo cual se logra conectando al punto de conexión del sistema eléctrico con el planeta tierra, todas las partes metálicas que pueden llegar a energizarse, mediante un conductor apropiado a la corriente de corto circuito del propio sistema en un punto determinado. Los sistemas de puesta a tierra de equipos, por su importancia como medio de protección, están normalizados a nivel mundial. En nuestro país, la norma vigente NOM-001-SEDE-2005, "instalaciones eléctricas, utilización", contiene requisitos mínimos de seguridad desde el punto de vista de la conducción de corriente de falla, además el diseño del sistema de tierras se complementa con lo establecido en las normas: IEEE 80-2000, IEEE 837-1987 y IEC-1025-1

Elementos principales del sistema de red de tierras:

ELECTRODO DE TIERRA.- Es un conductor embebido en tierra, usado para mantener al potencial de tierra, los conductores conectados al electrodo, y para disipar en la tierra todas las corrientes a ella conducidas.

RED DE TIERRAS.- Es una red de conductores desnudos enterrados, usada para establecer un potencial uniforme dentro y alrededor de un establecimiento cualquiera. Debe quedar ligado sólidamente a los electrodos de tierra.

Pararrayos.

El Sistema de pararrayos es el conjunto de conductores, puntas de protección y electrodos de conexión a tierra que sirven para drenar las corrientes debidas a descargas atmosféricas en un inmueble, de tal forma que sean conducidas a tierra sin que originen daños en su recorrido.

De acuerdo con sus características de funcionamiento se clasifican en:

- a. Pararrayos de Franklin.
- b. Pararrayos tipo jaula de Faraday.

Consiste en una serie de puntas de protección que se instalan en la azotea de la construcción y que forman un circuito cerrado por medio de cable de cobre trenzado de fabricación especial que se fija directamente a la construcción por medio de abrazaderas de cobre para cable; este sistema lleva varias conexiones a tierra que se deben instalar en los lugares mas apropiados de acuerdo con el proyecto que se ejecute. En este sistema las pequeñas acumulaciones de protones son disipadas en la atmósfera y en caso de acumulaciones grandes al ocurrir la descarga atmosférica ésta se lanza a tierra sin dañar la construcción.

Los elementos principales del sistema son:

- c. Puntas de protección, en determinados sitios del perímetro de la azotea, y en puntos sobresalientes del techo.
- d. Red principal de conductores (ocultos ó semiocultos).
- e. Red vertical ó conductores de bajada.
- f. Electrodo de conexión a tierra.
- g. Protección especial, independiente, en árboles ó mástiles.
- h. Variación del pararrayos de Franklin, tales como: pararrayos magnetizado, reactivo, toroide, etc.

El sistema de pararrayos contra descargas atmosféricas. se diseño con base en las normas: NOM-022-STPS-2005, NFC 17-102, NFPA-780 y IEC-1024-1-1 En este proyecto se utilizó el sistema PREVECTRON que es un pararrayos ionizante que obtiene y almacena su energía, del campo eléctrico atmosférico. En condiciones de tormenta éste campo aumenta considerablemente; la energía acumulada es liberada en forma masiva, provocando un fenómeno de ionización artificial que asociado al efecto de punta ya existente, aumenta el poder de atracción a la descarga atmosférica, incrementando sustancialmente los radios de protección.

Lo anterior, aunado a un adecuado conductor de bajada y a un buen diseño de tierras, permite el paso y disipación de la energía del rayo sin provocar daño alguno a las construcciones protegidas.

El Prevectron está constituido por los siguientes elementos:

- Punta receptora de cobre electrolítico conectada permanentemente a tierra, vía un conductor de bajada.
- Unidad eléctrica ionizante montada dentro de un contenedor de acero inoxidable, en el cuál están fijados:
 - Los electrodos inferiores para la captación de energía.
 - Los electrodos superiores para la emisión de iones.

Las características y especificaciones que deben tener los materiales en el sistema de pararrayos son las siguientes:

1. Conductores.

Los conductores serán desnudos formados por varios hilos de cobre suave ó aluminio dispuestos en pares y cableados entre sí, con alta conductividad, gran cantidad de aire en el espacio interno, gran flexibilidad y se clasifican en las siguientes tres clases:

- Clase I: Alturas no mayores a 23m.
- Clase II: Alturas mayores a 23m.
- Clase III: Exclusivamente de cobre, y para usarse en chimeneas y otras construcciones donde puedan existir gases o emanaciones corrosivas.

2. Conectores.

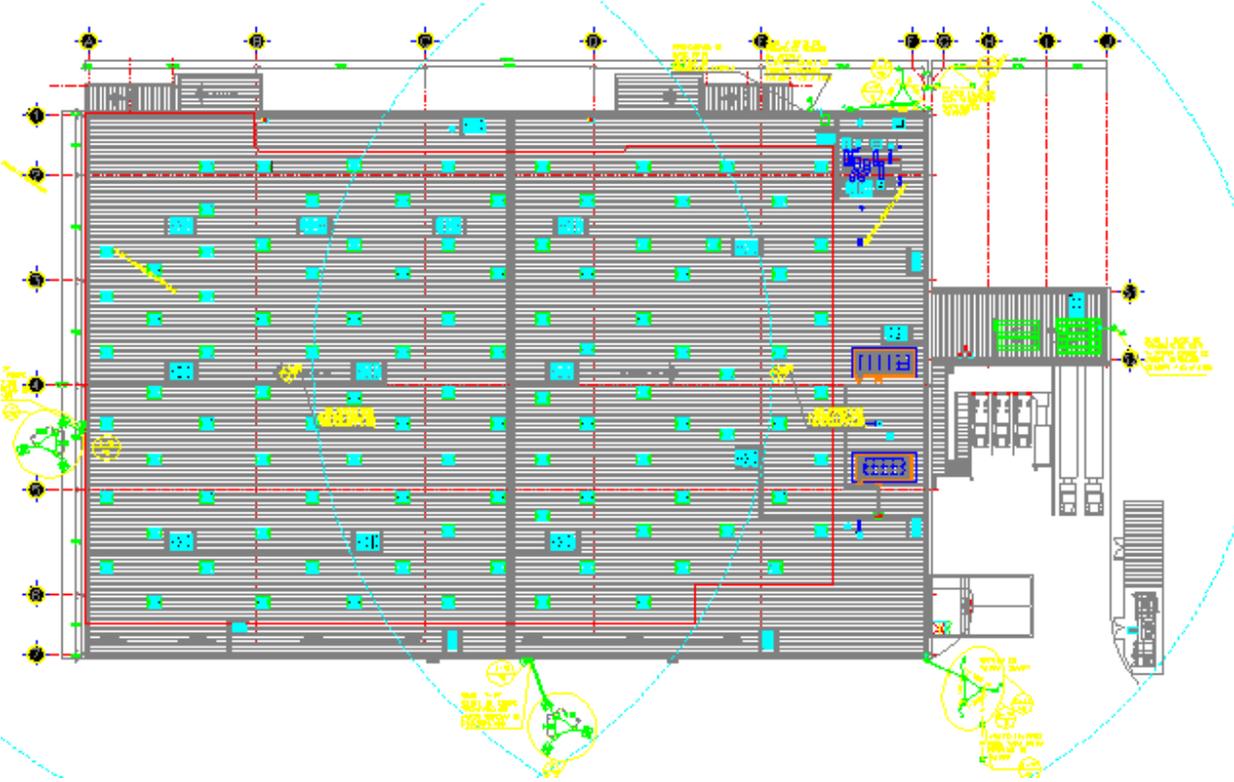
Los conectores serán del tipo mecánico

3. Electrodo.

Los electrodos serán de los siguientes tipos:

- a. Varilla de cobre-acero de 3.05m. de longitud y 16mm. de diámetro.
- b. Rehilete de cobre.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los pararrayos en la cubierta de la tienda



5.2 Medicion de Resistividad.

Conocer el valor de resistividad del terreno donde se construirá el supercenter es un factor importante para un buen diseño del sistema de tierras.

Los trabajos de medición de resistividad del suelo de la tienda supercenter “Patria” se efectuaron en el terreno encontrándose en las siguientes condiciones:

El terreno es completamente irregular con vegetación en partes de su superficie con pendientes hacia varias direcciones.

El terreno presenta vegetación verde en su superficie compuesta principalmente de pasto verde y algunos matorrales.

El terreno donde se realizaron las mediciones, presenta un suelo suave y semihúmedo.

En las fotografías 1 y 2 se muestran las condiciones actuales del terreno así como las edificaciones colindantes con el mismo.



Foto 1. Aspecto general del terreno

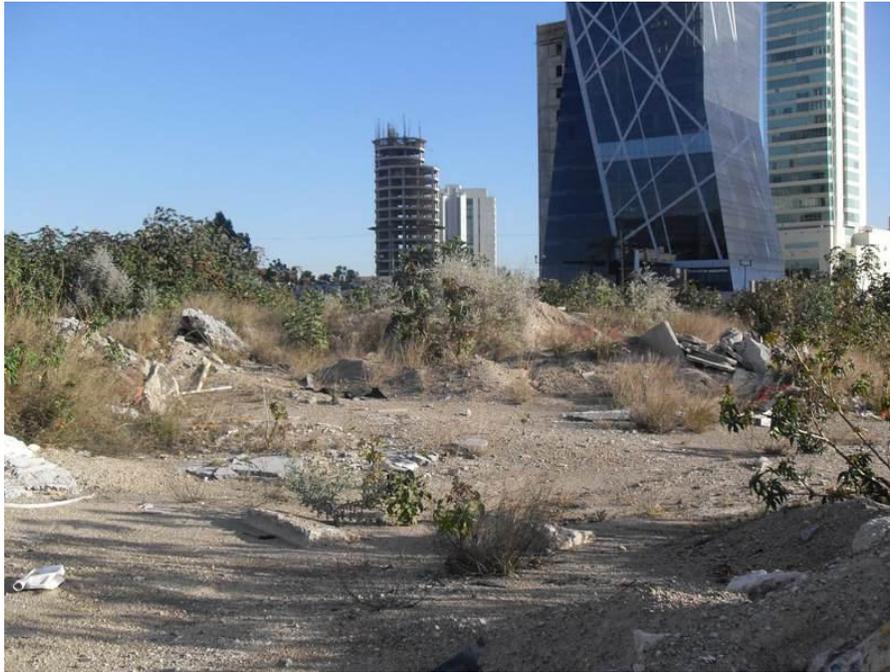


Foto 2. Colindancia con edificios modernos

El equipo empleado para las mediciones de resistividad del terreno es un Megger Marca KYORITSU Modelo. 4105A de tres puntas. Este equipo opera con baterías las cuales generan un voltaje de 50V. en circuito abierto, este voltaje es enviado a los electrodos de pruebas para darnos las lecturas de la resistencia en ohms entre los electrodos.

Las mediciones se realizaron en dos zonas del área de la tienda ZONA "A Y B". En la siguiente figura se muestran las zonas de medición:

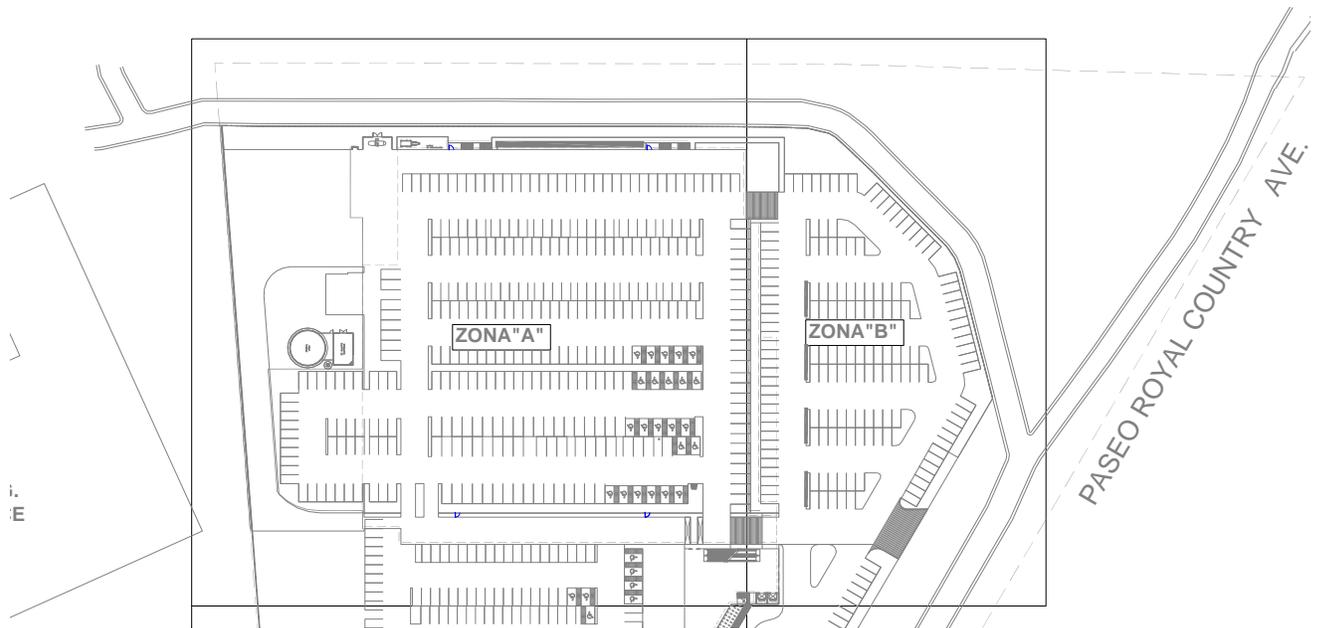


Fig.27 Zonas de tomas de lecturas.

5.3 Método de Medición.

El método utilizado para determinar la resistencia a tierra del electrodo o red es el conocido como Caída de Tensión. Consiste en unir **C1** con **P1** y conectarlos al electrodo que se quiere probar. **P2** se conecta a un electrodo móvil y **C2** al electrodo de corriente lejano.

Se va moviendo el electrodo de potencial de **C1** a **C2** obteniéndose una curva de resistencia óhmica. El megger de tierra lee la corriente entre electrodos **C1-C2** y el potencial entre electrodos **P1-P2** y aplica la Ley de Ohm, obteniendo una **R** que es la variación de voltaje a que se eleva la tierra entre **P1** y **P2**. La parte plana, que esta al 61.8% de **C1P1**, es lo que se conoce como resistencia de tierra del electrodo bajo prueba. La distancia mínima entre **C1** y **C2** se calcula de 8 a 10 veces la longitud enterrada normalmente del electrodo bajo prueba, no menos de 8 veces porque se producen traslapos entre los campos eléctricos de **C1** y **C2**. Este método tiene el inconveniente de que para sistemas de tierra de menos de 1 W, da valores erróneos, ya que la conexión **C1P1** al sistema que se quiere medir puede generar altos voltajes y por lo tanto alta resistencia. (Figuras 25 y 26)

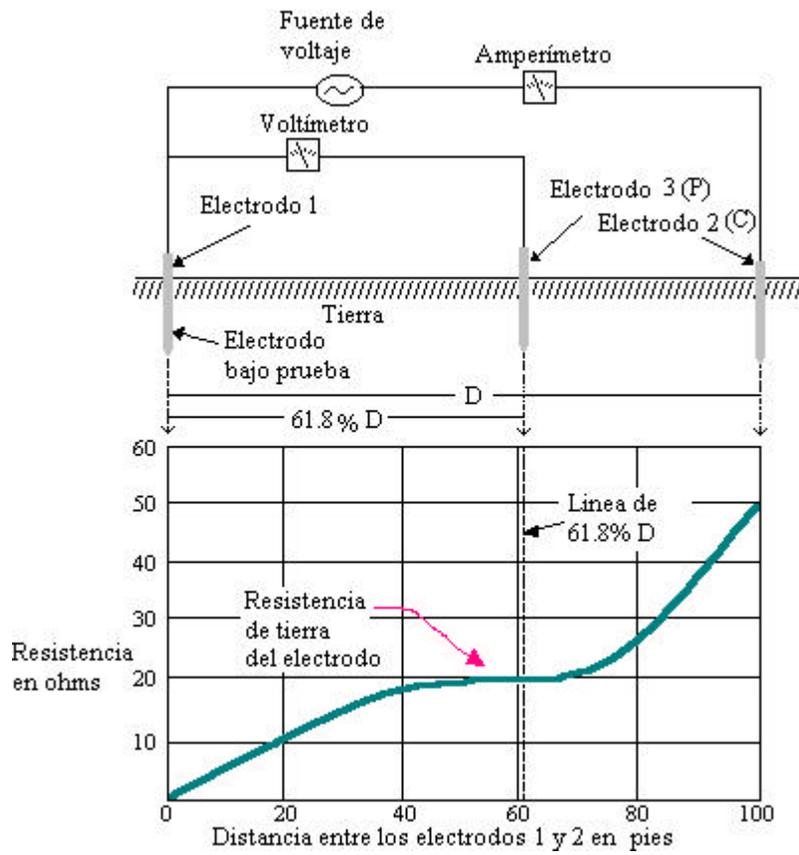


Fig. 28

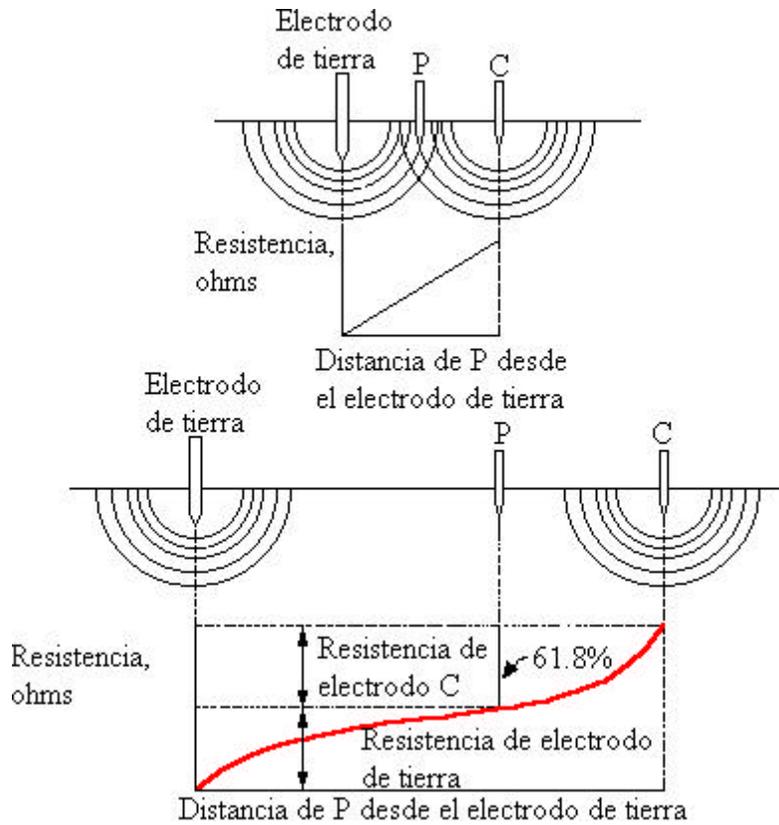


Fig. 29 EFECTO DE LOS CAMPOS ELECTRICOS EN LOS ELECTRODOS DE CORRIENTE

En las siguientes fotografías se muestra la colocación de los electrodos en el terreno y algunas de las lecturas obtenidas.



Foto. 3 Ubicación de electrodo en terreno.



Foto. 4 Segundo electrodo.



Foto. 5 Lectura Registrada



Foto. 6 Lectura Registrada

5.4 Tablas de Resultados.

Se muestran en las siguientes tablas los resultados obtenidos de la resistividad del terreno realizando variaciones entre la separación de los electrodos así como la profundidad del electrodo en el terreno:

Tabla "A"

TABLA DE LECTURAS DE RESISTENCIAS DEL TERRENO ZONA "A"			
SEPARACION DE ELECTRODOS (METROS) (a)	PROFUNDIDAD DEL ELECTRODO (METROS)	LECTURA DE RESISTENCIA DEL TERRENO (EQUIPO DE MEDICION) (OHMS) (R)	RESISTIVIDAD DEL TERRENO (PE) (OHMS/METROS)
3	0.1	1.15	21.67
3	0.2	1.15	21.67
3	0.3	1.15	21.67
3	0.4	1.15	21.67
3	0.5	1.15	21.67
6	0.1	1.42	53.53
6	0.2	1.42	53.53
6	0.3	1.42	53.53
6	0.4	1.64	61.82
6	0.5	1.64	61.82
8	0.1	1.70	85.45
8	0.2	1.70	85.45
8	0.3	1.70	85.45
8	0.4	1.70	85.45
8	0.5	1.70	85.45
10	0.1	2.03	127.54
10	0.2	2.03	127.54
10	0.3	2.04	128.17
10	0.4	2.04	128.17
10	0.5	2.04	128.17

Tabla "B"

TABLA DE LECTURAS DE RESISTENCIAS DEL TERRENO ZONA "B"			
SEPARACION DE ELECTRODOS (METROS) (a)	PROFUNDIDAD DEL ELECTRODO (METROS)	LECTURA DE RESISTENCIA DEL TERRENO (EQUIPO DE MEDICION) (OHMS) (R)	RESISTIVIDAD DEL TERRENO (PE) (OHMS/METROS)
3	0.1	1.07	20.16
3	0.2	1.07	20.16
3	0.3	1.15	21.67
3	0.4	1.15	21.67
3	0.5	1.15	21.67
6	0.1	1.42	53.42
6	0.2	1.42	53.42
6	0.3	1.42	53.42
6	0.4	1.42	53.42
6	0.5	1.42	53.42
8	0.1	1.62	81.43
8	0.2	1.62	81.43
8	0.3	1.66	83.44
8	0.4	1.70	85.45
8	0.5	1.70	85.45
10	0.1	2.02	126.92
10	0.2	2.03	127.54
10	0.3	2.04	128.17
10	0.4	2.04	128.17
10	0.5	2.04	128.17

Considerando las lecturas anteriores se realiza un promedio de las lecturas obtenidas considerando la separación de los electrodos como se muestra en las siguientes tablas.

RESISTIVIDAD PROMEDIO ZONA "A"

SEPARACIÓN	VALOR MÁXIMO (Ω/M)	VALOR MÍNIMO (Ω/M)	VALOR PROMEDIO (Ω/M)
3	21.67	30.67	21.67
6	61.82	53.53	57.67
8	84.45	85.45	85.45
10	128.17	128.54	127.85

RESISTIVIDAD PROMEDIO ZONA "B"

SEPARACIÓN	VALOR MÁXIMO (Ω/M)	VALOR MÍNIMO (Ω/M)	VALOR PROMEDIO (Ω/M)
3	21.67	20.16	20.91
6	53.42	53.42	53.42
8	85.45	81.43	83.44
10	128.17	126.92	127.54

De acuerdo con los valores obtenidos, estos quedan entre los límites aceptables para la implantación de un sistema de tierras adecuado con una resistencia total máxima de 10 ohm, recomendada por la norma oficial mexicana (NOM-001-SEDE-2005) artículo 240-3-2

5.5 Método de cálculo

Se considera el caso más crítico de corto circuito que se presenta en la acometida de la compañía suministradora:

- Una potencia de corto circuito de **156.496 MVA**, dato de C.F.E.
- Área de la subestación; 139.71m²
- La diferencia de potencial que soporta el cuerpo humano, para una duración de la falla de 1.5 s es de 150 voltios;
- Resistividad del terreno de **21.67 Ohm x m**

La limitación de sobretensiones son particularmente importantes en sistemas que operan a voltajes mayores a los 1,000 volts, ya que los equipos para esta clase de voltaje están diseñados con menor margen que los de baja tensión, refiriéndose a las pruebas de 60 Hz y al voltaje de operación.

Determinación de la corriente de corto circuito de falla a tierra.

Para la determinación de las corrientes de corto circuito, se utiliza como potencia de cortocircuito **MVA**, trifásico.

$$I_{ccB_{simB}} = 156.496MVA \div (\sqrt{3} \times 23 KV)$$

Donde:

$I_{ccB_{simB}}$ = Corriente de corto circuito trifásica, simétrica, en Amperes.

MVA = Potencia de cortocircuito trifásica en MVA.

KV = Tensión de suministro en KV.

De las condiciones mencionadas tenemos:

$$I_{ccB_{simB}} = \mathbf{3928.4 \text{ Amperes.}}$$

Ajuste de la corriente de falla.

Cualquier ampliación que sufra este sistema posterior a lo considerado, será de forma independiente, por lo que este factor de seguridad es igual a uno ($A = 1$).

Por tiempo de duración de la falla, se considera que al ocurrir una falla a tierra, los interruptores operan eliminando la falla del sistema, con un tiempo de duración de la falla menor o igual a 0.5 segundos que equivale a 8 ciclos, por esta razón aplicaremos un factor de 1.25 ($D = 1.25$) según la siguiente tabla:

DURACIÓN DE LA FALLA EN CICLOS	FACTOR DE DECREMENTO (D)
0.5	1.65
6	1.25
8	1.25
15	1.10
30 o más	1.10

Entonces la corriente de falla, que correspondería igualmente a la corriente asimétrica, es decir, $I_{ccB_{corB}} = I_{ccB_{asimB}}$, quedará:

$$I_{ccB_{corB}} = I_{ccB_{simB}} \times A \times D$$

Donde:

$I_{ccB_{corB}}$ = Corriente de corto circuito trifásica, asimétrica, en Amperes.

A = Factor de seguridad

D = Factor de decremento.

Por lo tanto tenemos:

$$I_{cc_{cor}} = (3928.4) \times (1) \times (1.25)$$

$$I_{cc_{cor}} = 4910.5 \text{ AMP.} = I_{cc_{asim}}$$

Cálculo de la sección del conductor

$$S = I_{ccB_{corB}} \times K_{on}$$

Donde:

$I_{ccB_{corB}}$ = corriente de corto circuito trifásica corregida (asimétrica) en Amperes
 K_{pn} = Constante de Onderdonk.

La constante de Onderdonk, considerando la duración de la falla de 8 ciclos y las conexiones mecánicas, tenemos que el calibre mínimo recomendado para evitar la fusión del cable se determina con un valor de la constante (K_{on}) de 6.5 C. M. / Amp.

Por lo tanto tenemos:

$$S = (4910.5) (6.5)$$

$$S = 31,918.25CM$$

Esta sección equivale a un conductor de cobre desnudo Calibre 2 AWG, 33.62 mm²(66361 C.M.); sin embargo, con objeto de dar mayor seguridad y con el fin de cumplir con la diferencia de potencial que soporta el cuerpo humano, según lo establecido en la norma de C.F.E., se selecciona el calibre 4/0 AWG, 107.20 mm² de sección transversal y por resistencia mecánica del conductor, calibre del conductor mínimo permitido por la norma 4/0 AWG NOM-001-SEDE-2005

Cálculo de la resistencia esperada en la malla (varilla):

Para calcular el número de varillas, tenemos:

$$N_r = 0.6 \times \sqrt{A_t}$$

Donde:

N_r : Número de varillas

A_t : Area total de la subestación

$$N_r = 0.6 \times \sqrt{139.71}$$

$$N_r = 7.09 \text{ por el área total} = 7$$

Cálculo de la resistencia de contacto de una varilla (resistencia del dispersor, varilla / terreno).U

$$R_d = [\rho \div (2 \cdot \pi \cdot L)] \times [\ln(4L \div a) - 1]$$

Donde:

ρ = Resistencia del terreno.

R_d = Resistencia de la malla (resistencia del dispersor), en Ω , a calcular

L = Longitud de la Varilla, 3.05 m.

a = Diámetro de la varilla, 0.019 m.

$$R_d = [21.67 \div (2 \times 3.1416 \times 3.05)] \times [\ln(4 \times 3.05 \div 0.019) - 1]$$

$$R_d = (1.13) \times (5.46)$$

$$R_d = 6.17 \Omega$$

5.6 Resultados

Como la resistencia de la malla es menor a 10Ω el sistema de tierras propuesto para este proyecto cumple con lo establecido en la norma. ((Ver figura 27)

- 1 El conductor recomendado para el sistema de tierras, es;
 - Cable desnudo de cobre, calibre: **4 / 0 AWG**
- 2 Las varillas de tierra serán de 3.05 m de longitud y 19 mm de diámetro, norma UL-467-1993.

6. Estudio de Corto Circuito.

6.1 Descripción General

Los cortocircuitos en una instalación eléctrica se pueden provocar de las siguientes maneras: a) entre fase y tierra; b) entre fases, y c) entre fases y tierra.

En las instalaciones de baja tensión es común que al “alambrar” la instalación eléctrica y al “jalar” los conductores con la guía, resulte dañado el aislamiento de los conductores es decir se adelgace el aislamiento, provocando, con el tiempo, una falla en ese punto.

Otra de las causas de cortocircuitos es el mal cálculo de la sección o el calibre de los conductores, los cuales, si su sección es menor a la debida, al circular la corriente requerida por la carga, los conductores se calientan a una temperatura superior a la que soporta su aislamiento, degradándose y envejeciéndose prematuramente el mismo ocasionando posteriormente cortocircuitos a tierra o entre fases.

Los dispositivos destinados para proteger a las instalaciones eléctricas contra estas corrientes anormales de cortocircuito, deben tener una estructura con rigidez mecánica suficiente para soportar los esfuerzos electromecánicos causados por dichas corrientes.

A la capacidad de corriente máxima de cortocircuito, expresada en amperes, que un dispositivo puede interrumpir a una tensión nominal bajo condiciones normales de prueba, se le denomina capacidad interruptiva.

El grado de magnitud de cortocircuito, y por ende de los daños que se pudieran causar si no se selecciona adecuadamente el dispositivo de protección, dependerá de la capacidad instalada del sistema eléctrico de la compañía suministradora, y de la carga instalada por el usuario en su inmueble.

El calor generado en el momento del cortocircuito es tan intenso que las consecuencias de una mala selección de los dispositivos de protección son múltiples, peligrosas y destructivas para las instalaciones eléctricas, así como para los inmuebles donde se localizan éstas, e incluso pueden haber pérdidas humanas; es por ello que la selección apropiada de los citados elementos de protección es de primordial importancia.

Un dispositivo de protección contra cortocircuito puede definirse entonces como un equipo eléctrico que al estar instalado en un circuito, protege a la instalación eléctrica contra los daños que pudieran ser causados por una contingencia anormal, contando la fuente del circuito

Las fuentes de corto circuito más comunes son:

1. La compañía suministradora de energía eléctrica.
2. Los generadores
3. Los motores ya sean síncronos o de inducción- instalados en la industria o el comercio. Se considera que la generación de corriente de cortocircuito de los motores es cuatro veces la magnitud de su corriente de plena carga. Además, por lo general, dicha corriente es simétrica, aunque existe una componente de corriente continua que se presenta en los primeros ciclos del cortocircuito, provocando un efecto en la onda de la corriente de cortocircuito haciéndola asimétrica, La relación entre la reactancia y la resistencia del circuito, es la responsable del tiempo en el cual se disminuye a cero el valor de la componente de corriente continua del cortocircuito.

6.2 Método de Cálculo

Para el cálculo de corto circuito se empleó el software Easy Power 9.0. Este software es una herramienta de cálculo que permite aplicar automáticamente los coeficientes y factores de las normas ANSI e IEC.

Los Cálculos están basados en las normas ANSI/IEEE e IEC.

Normas ANSI/IEEE

IEEE: C37, 141, 242, 399 • UL 489-9

Normas IEC

56 • 60282-1 • 61363 • 60781 • 60909 • 60947

En las siguientes figuras se muestra el diagrama unifilar del proyecto elaborado en el editor del programa.

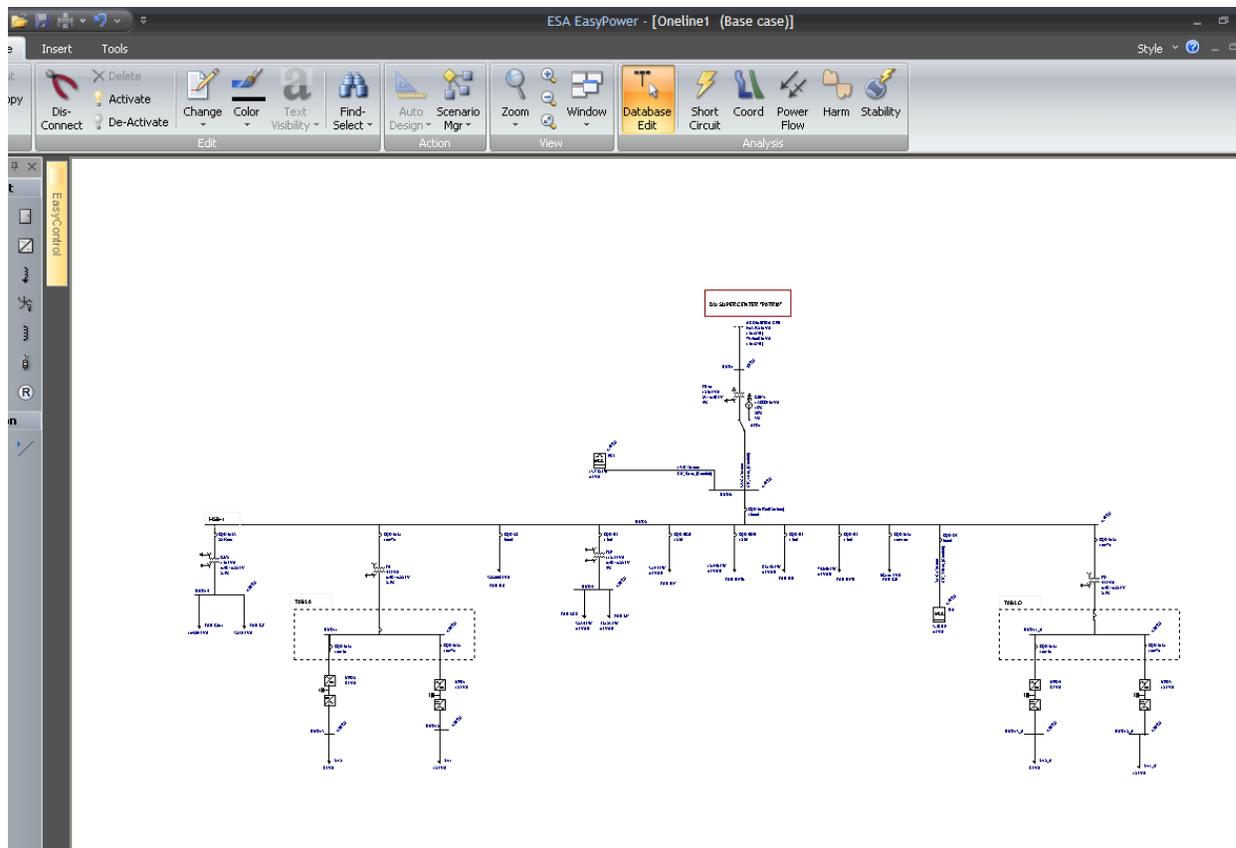


Fig. 31

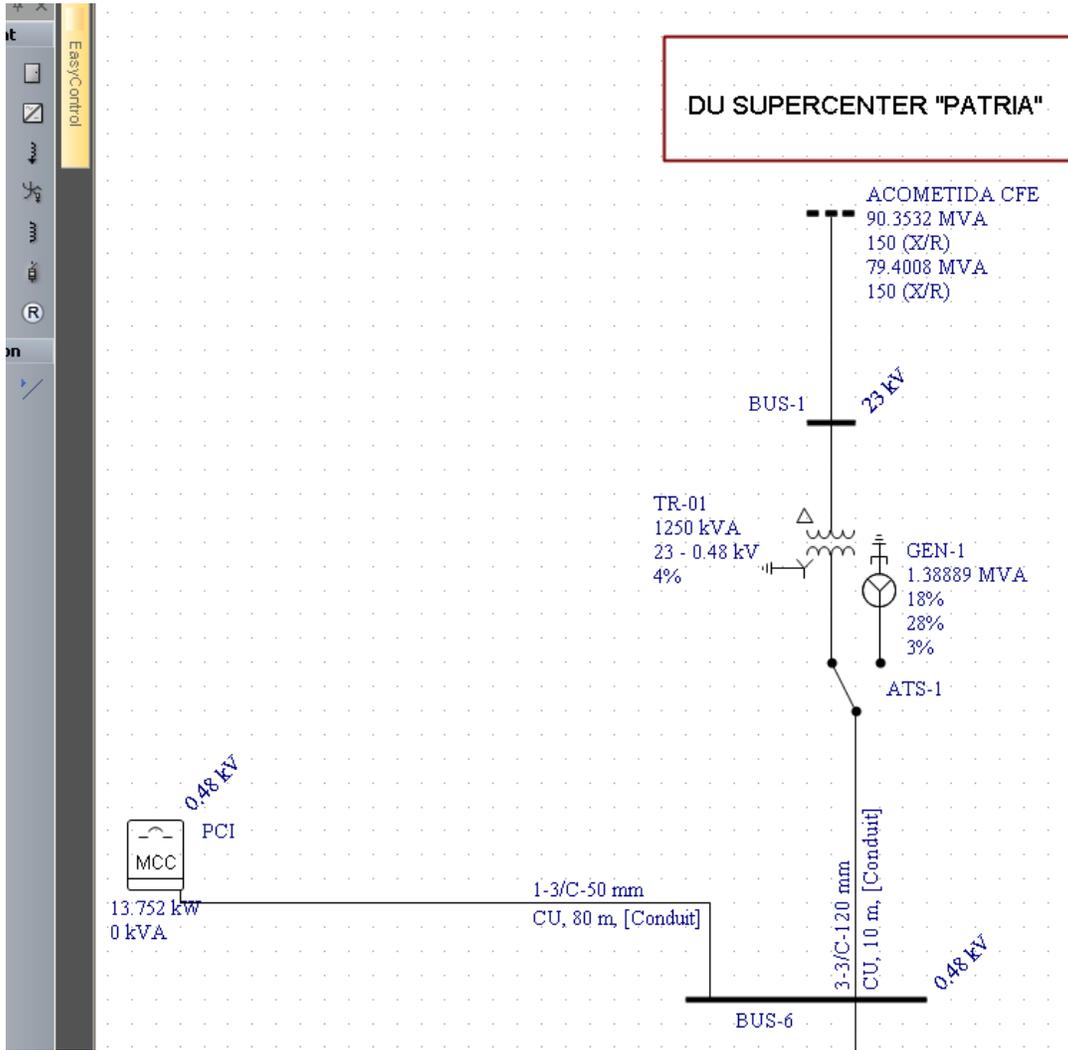


Fig. 32

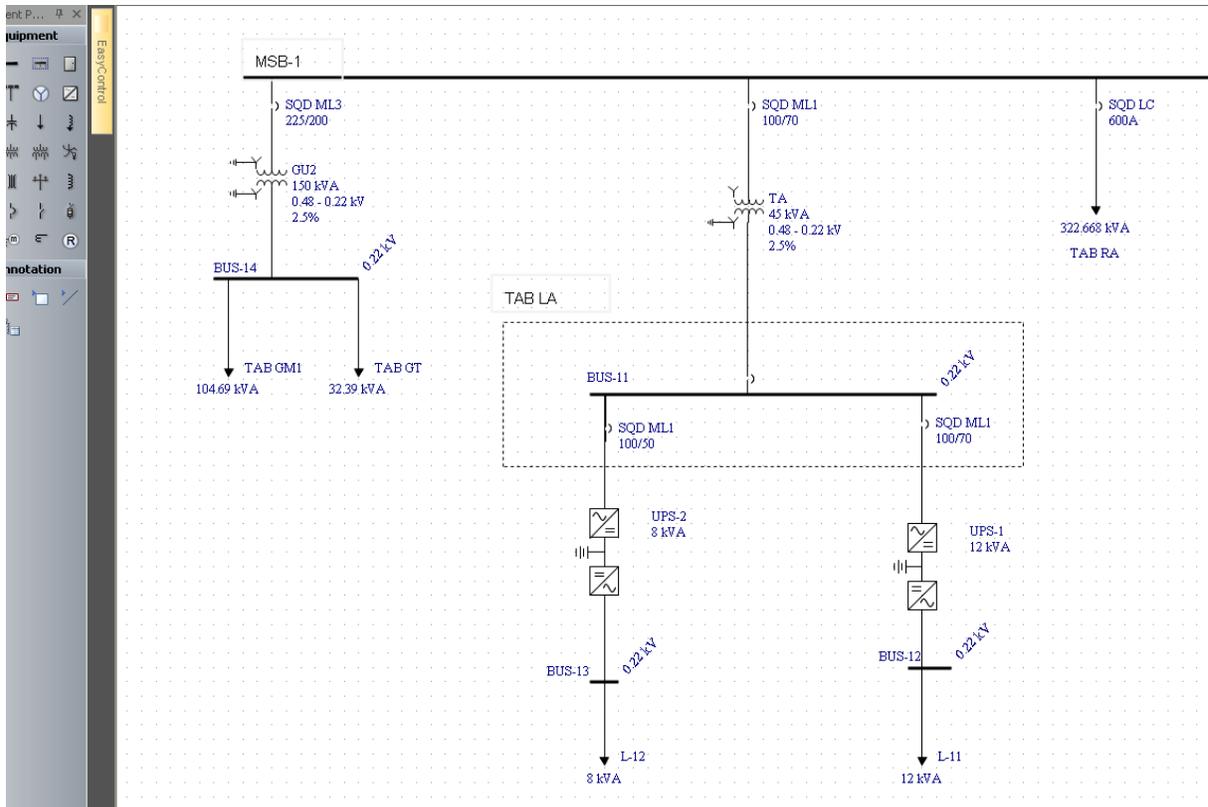


Fig. 33

Para el cálculo de corto circuito se selecciono la opción de falla de Fase a Tierra (F-G)

En las figuras No.34 y 35 se muestran los resultados:

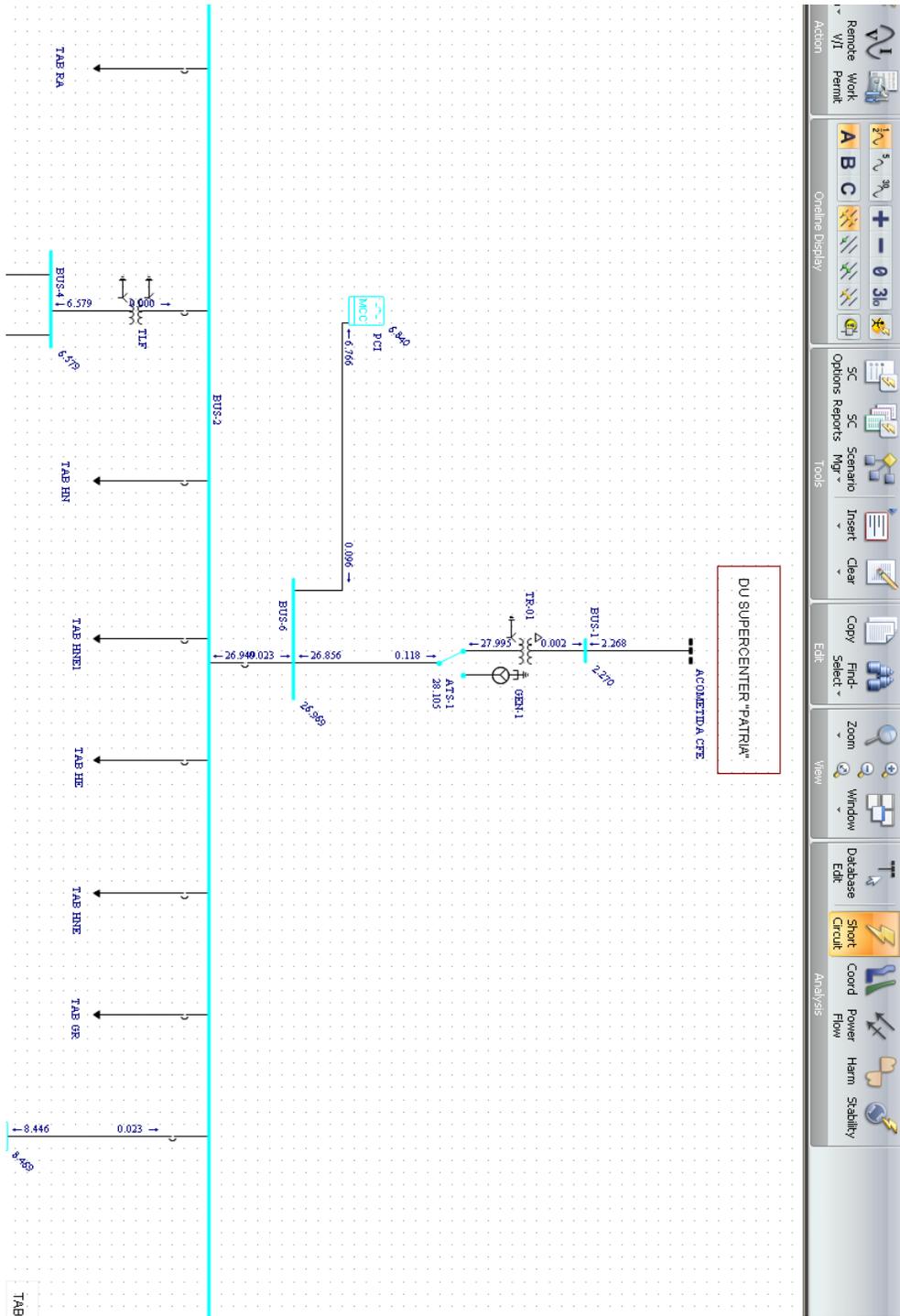


Fig. 34 Estudio de corto circuito en buses del sistema

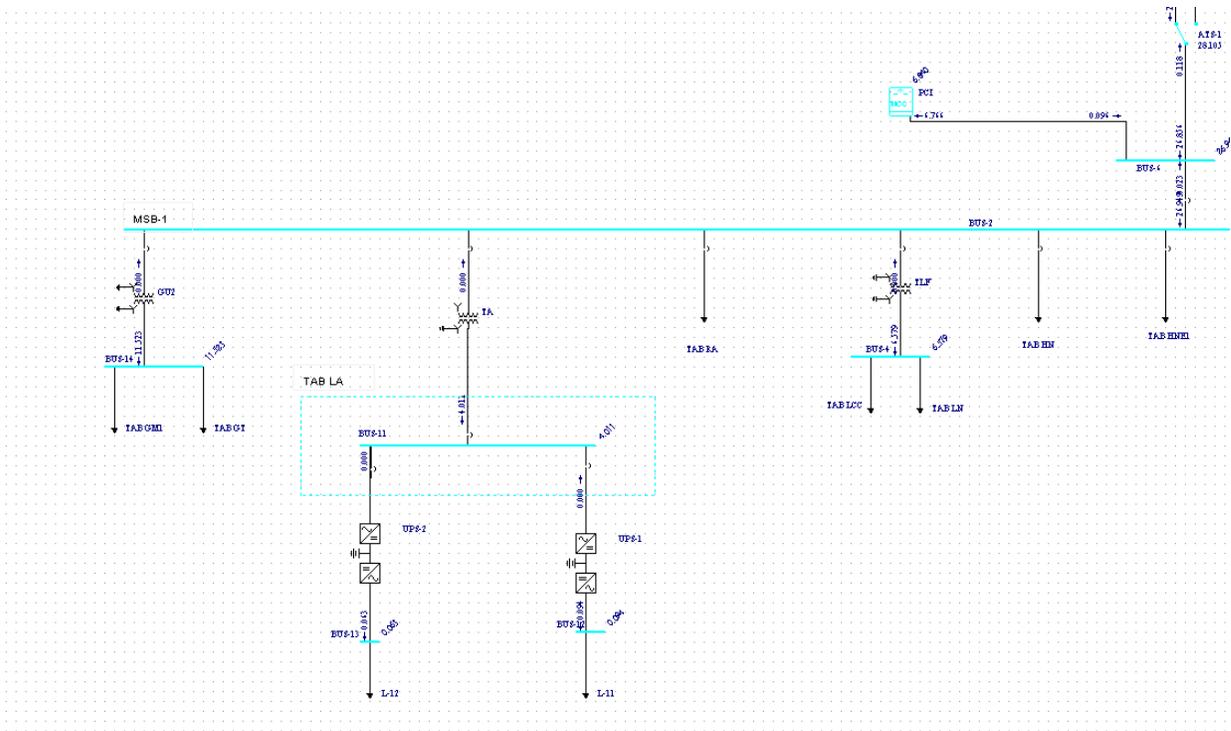


Fig. 35 Estudio de corto circuito en buses del sistema

6.3 Resultados.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para los diferentes puntos de falla de interés para la correcta selección de la capacidad interruptiva de las protecciones de tableros y equipos.

HV Interrupting Report

EasyPower 9.0.180

ESA, Inc.

Comments :

$V_{pu} = 1.00$

S L-GND Fault		Total Fault Currents								
Bus Name	Bus kV	Sym Amps	X/R Ratio	NACD	Breaker Type	Int Time Cyc	Part Time Cyc	Adj Fact	Bkr Duty Amps	Bkr Duty MVA
BUS-1	23.000	1993.7	149.96	1.000	Sym	5	3	1.45	2897.2	115

LV Interrupting Report

EasyPower 9.0.180

ESA, Inc.

Comments :

Vpu = 1.00

S L-GND Fault		Total Fault Currents			
Bus Name	Bus kV	Sym Amps	X/R Ratio	Mult Factor	Asym Amps
ATS-1	0.480	31948.3	7.50	1.00	31955.7
BUS-2	0.480	29010.3	4.18	1.00	29010.3
BUS-4	0.220	6931.6	2.52	1.00	6931.6
BUS-6	0.480	29010.3	4.18	1.00	29010.3
BUS-11	0.220	4420.7	2.00	1.00	4420.7
BUS-11_A	0.220	4420.7	2.00	1.00	4420.7
BUS-12	0.220	70.9	1.95	1.00	70.9
BUS-12_A	0.220	70.9	1.95	1.00	70.9
BUS-13	0.220	47.2	1.95	1.00	47.2
BUS-13_A	0.220	47.2	1.95	1.00	47.2
BUS-14	0.220	12161.4	3.01	1.00	12161.4
HA	0.480	4888.8	1.39	1.00	4888.8
PCI	0.480	3641.1	1.07	1.00	3641.1

Equipment Duty

EasyPower 9.0.180

ESA, Inc.

Comments :

HA

Base kV = 0.480 S L-GND Vpu: 1.00

Equipment				Ratings			Duties			
ID	Manufacturer	Style	Test Standard	1/2 Cycle kA	Int kA	Int Cycles	1/2 Cycle kA	1/2 Cycle Percent	Int kA	Int Percent
[Lowest]			ANSI-SYM	42.000			4.892	-88.4%		

PCI

Base kV = 0.480 S L-GND Vpu: 1.00

Equipment				Ratings			Duties			
ID	Manufacturer	Style	Test Standard	1/2 Cycle kA	Int kA	Int Cycles	1/2 Cycle kA	1/2 Cycle Percent	Int kA	Int Percent
[Lowest]			ANSI-SYM	42.000			3.649	-91.3%		

7. Diagrama Unifilar General.

Los diagramas unifilares representan todas las partes que componen a un sistema de potencia de modo gráfico, completo, tomando en cuenta las conexiones que hay entre ellos, para lograr así una visualización completa del sistema de la forma más sencilla. Éste indica, por una sola línea y por símbolos estándar, cómo se conectan las líneas de transmisión con los aparatos asociados de un sistema eléctrico.

El propósito de un diagrama unifilar es el de suministrar en forma concisa información significativa acerca del sistema.

En la figura 36 se muestra el diagrama unifilar del proyecto eléctrico correspondiente al supercenter "Patria"

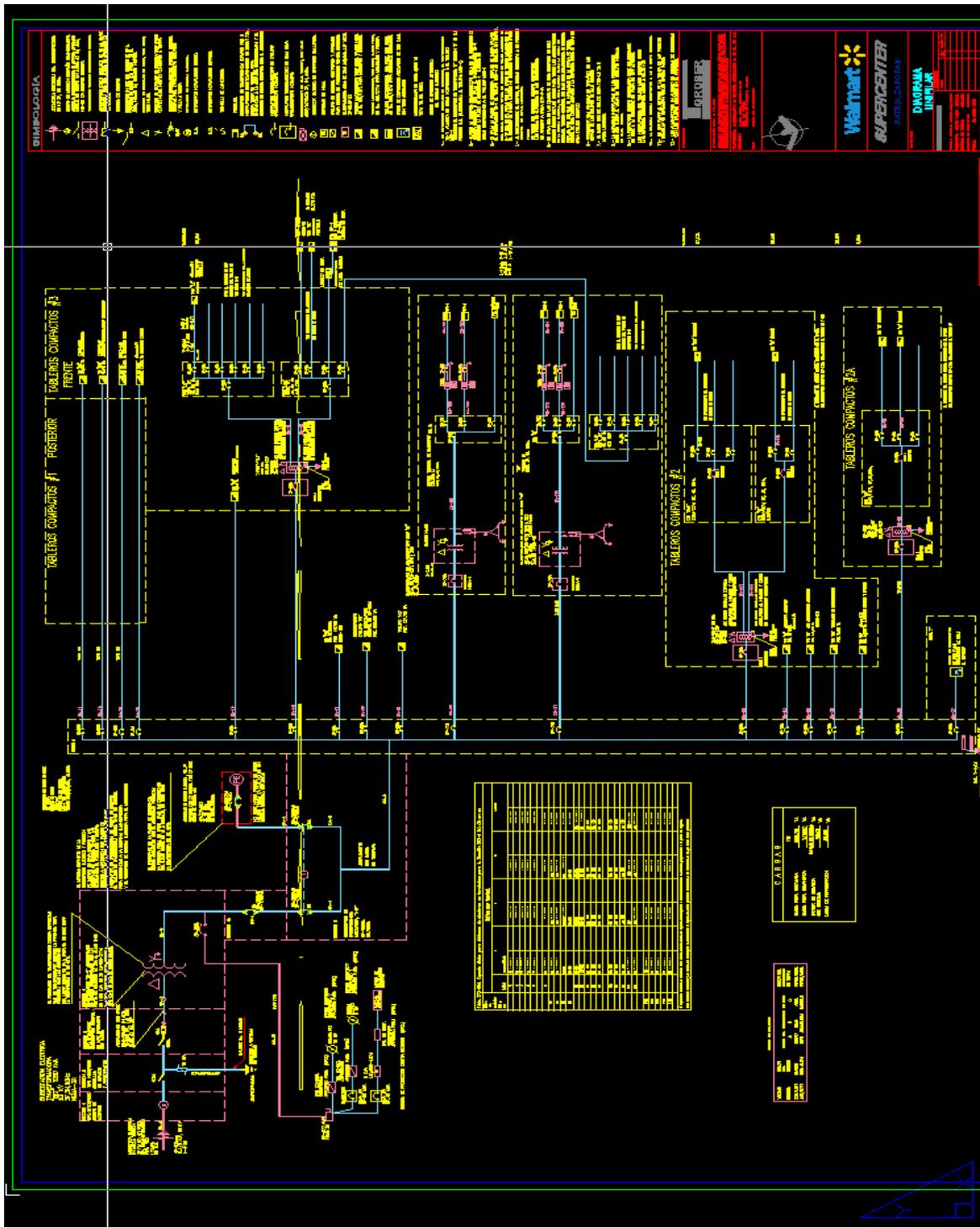


Fig.36 Diagrama Unifilar General

Como parte de la información presentada en el diagrama unifilar esta el resumen de la carga total del proyecto. En la siguiente figura se observa la carga total del sistema y el factor de demanda aplicado.

RESUMEN DE CARGAS		
CARGA TOTAL INSTALADA	2,029,740	V.A
CARGA TOTAL DEMANDADA	1,116,357	V.A
FACTOR DE DEMANDA	0.5 + 10% DE RESERVA	V.A
10% DE RESERVA	202,974	V.A
CARGA DE REFRIGERACION	358,520	V.A

Fig. 37 *Resumen de Cargas*

7.1 Resumen de Cargas eléctricas

Como complemento a la información presentada en el diagrama unifilar se realizó el plano DU-02 CEDULA DE ALIMENTACIONES donde se presenta el resumen de las cargas eléctricas, cableados, canalizaciones y caídas de tensión de cada uno de los equipos y tableros eléctricos principales que conforman la instalación eléctrica de la tienda. En la siguiente figura se presenta la información del plano DU-02.

The image displays a detailed 'CEDULA DE ALIMENTACIONES' (Table of Feedings) for an electrical installation. The table is organized into several columns, including equipment type, power ratings, and connection details. It lists various electrical loads such as motors, lamps, and other equipment, along with their respective specifications and connection points. The table is presented as a grid of data points, with some cells containing text descriptions of equipment like 'MOTOR' or 'LAMPARA'. The table is part of a larger document, as evidenced by the Walmart Supercenter logo and 'CEDULA DE ALIMENTACIONES' text in the bottom right corner.

Fig.38 Cedula de Alimentadores.

En la figura 39 se muestra el detalle de uno de los renglones del cuadro resumen. El cálculo de cada uno de los parámetros eléctricos se realizó con el apoyo de una hoja de cálculo.

CIRCUITO ALIMENTADOR			POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	FACTOR DE POTENCIA	VOLTAJE NOMINAL	CORRIENTE
No.	DE	A	INST. VA'S	INST. WATT'S	INST. ALUMB. VA'S	INST. CONTACT. VA'S	INST. FUERZA VA'S	INST. RESERVA VA'S	DEMAN. VA'S	DEMAN. WATT'S	COS		AMPS.	
CA-11	MSB-1	HA	326,656	293,990	0	0	326,656	0	326,656	293,990	0.90	480	393.37	

Fig. 39 Cédula de cableado para el tablero HA

Conclusiones.

Se garantiza que la instalación eléctrica de la tienda de autoservicio Supercenter "Patria" cumple con los requerimientos de seguridad y funcionalidad con base en las normas eléctricas vigentes así como especificaciones del cliente.

Actualmente uno de los propósitos en el sector comercial e industrial es contar no solo con una instalación eléctrica segura, sino también una instalación eléctrica que permita un consumo de la energía eléctrica de forma óptima y eficiente.

En el caso de las tiendas de autoservicio la iluminación representa uno de los mayores consumos de energía eléctrica ya que para estas tiendas se considera un factor de utilización de prácticamente el 100%,

Es por eso que para la tienda Supercenter Patria se diseñó un sistema de iluminación de luces fluorescente de alta eficiencia que se combina con tragaluces que ocupan entre el 12% y 15% del área del techo de los puntos de venta. Estas medidas permiten ahorrar un 40% de consumo de energía para iluminación.

Sin embargo es importante contar con un control automático del sistema de alumbrado por medio de sensores que midan la cantidad de luz del día que se contribuye por medio de los tragaluces en el área de la piso de ventas de la tienda y automáticamente se ajusten los niveles de luz artificial para conservar la energía. El control de los circuitos de alumbrado del área de ventas de la Tienda y del alumbrado exterior se realiza por medio de los tableros automáticos

Mediante un sensor de luz digital ó analógico puede ser usado para monitorear fuera y/o dentro de la Tienda los niveles de luz y transmitir niveles de corriente hacia el un procesador central en la Tienda. De esta manera se comparan los niveles de corriente de alumbrado con los niveles de iluminación requeridos en el preajuste y puede activar anticipadamente los sistemas de alumbrado.

Aunque este sistema de control resulta económicamente mas alto que un sistema tradicional para el sistema de alumbrado, en realidad el ahorro de energía eléctrica a corto plazo permitiría una rápida recuperación de la inversión

Por lo tanto para mantener las condiciones de ahorro de energía eléctrica para esta tienda fue importante un buen diseño de la instalación eléctrica mediante una distribución de las cargas eléctricas en los circuitos de los tableros balanceando las cargas entre fases como máximo en un 3% de esta manera se evita sobre carga en una de las fases.

También se logro una correcta selección de conductores y protecciones para tableros y equipos eléctricos.

Niveles de iluminación óptimos en piso de ventas, oficinas, bodegas y estacionamiento ya que los niveles fueron diseñados con los parámetros establecidos por las normas oficiales vigentes y con la calidad de iluminación especificada por el cliente.

Una correcta selección de los equipos en media tensión que garantiza la funcionalidad de la subestación eléctrica.

Sistema de tierras que garantiza la protección de equipos y ante todo la protección a personas en caso de presentarse una falla eléctrica.

Como parte del procedimiento para la aceptación de la instalación eléctrica, este proyecto fue revisado por parte de una Unidad Verificadora de Instalaciones Eléctricas (UVIE) el dictamen final emitido por parte de la UVIE establece que este proyecto cumple satisfactoriamente con lo establecido en las normas oficiales vigentes en nuestro país sin presentar alguna no conformidad. En las figuras 40 y 41 se presenta parte del documento oficial emitido por la UVIE.

 <p>ARGUÍA ARGUIA CONSULTORES S. C.</p>	<p>F008: INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO NOM-001-SEDE-2005</p>	<p>EMR PÁGINA F.8</p>
---	---	---------------------------

INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO

FECHA: 18 de junio de 2010
VERIFICACIÓN No.: 001-727/2009
CLIENTE: Nueva Wal Mart de México, S. de R. L. de C. V.
OBRA: Supercenter Patria
UBICACIÓN: PASEO ROYAL COUNTRY BLVD. ESQ. AV. PATRIA MUNICIPIO DE ZAPOPAN,
JALISCO.
INCUMPLIMIENTO A LA NORMA NOM-001-SEDE-2005

1. El proyecto eléctrico cumple con la NOM-001-SEDE-2005.

Fig. 40 Informe Técnico del Proyecto Eléctrico

 <p>ARGUIA CONSULTORES S. C.</p>	<p>F009: INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO NOM-007-ENER-2004</p>	<p>EMR PÁGINA F.9</p>
---	---	---------------------------

INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO

FECHA: 18 de junio de 2010
 VERIFICACIÓN No.: 007-727/2009
 CLIENTE: Nueva Wal Mart de México, S. de R. L. de C. V.
 OBRA: Supercenter Patria
 UBICACIÓN: PASEO ROYAL COUNTRY BLVD. ESQ. AV. PATRIA MUNICIPIO DE ZAPOPAN,
 JALISCO.

INCUMPLIMIENTOS A LA NORMA NOM-007-ENER-2004

1. El proyecto eléctrico de alumbrado cumple con la NOM-007-ENER-2004.

Fig. 41 Informe Técnico del Proyecto de Alumbrado

Para el desarrollo de este proyecto mis actividades realizadas consistieron en lo siguiente:

1. Elaboración de cuadros de carga del proyecto en hojas de cálculo.
2. Balanceo de los cuadros de carga.
3. Selección de protecciones de circuitos derivados.
4. Selección de conductores de los circuitos derivados.
5. Memoria de cálculo de alimentadores Principales.
6. Memoria de cálculo de DPA.
7. Memoria de cálculo de sistema de tierras.
8. Memoria de cálculo de corto circuito.

9. Revisión y supervisión técnica de los planos correspondientes al proyecto de la instalación eléctrica para satisfacer los requerimientos de cliente y necesidades normativas del proyecto.

10. Realización de la documentación eléctrica para los suministros de los equipos eléctricos de acuerdo con las especificaciones señaladas en proyecto.

Para realizar las actividades mencionadas anteriormente fue de mucha importancia mi formación como ingeniero eléctrico, con base en los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería en asignaturas como: Sistemas Eléctricos de Potencia, Instalaciones Eléctricas Industriales, Subestaciones Eléctricas, Transformadores y motores de inducción y Protección de Sistemas Eléctricos.

Esto ha sido la base para la correcta ejecución de mis actividades profesionales así como la toma de decisiones en la solución de problemas que cotidianamente se presentan en mi ejercicio profesional.

ANEXOS

ANEXO 1

EJEMPLO DECÁLCULO DE ALIMENTADOR PRINCIPAL TABLERO "PT"

Para el tablero **PT** con base en la información proporcionada por el proveedor de la planta de tratamiento se tienen una bomba de 1 HP, un motor de 10 HP y un motor de 3 HP todos alimentados en 480 V, 3 fases, 3 hilos, 60 Hz. para agua potable y un transformador seco de 5 kVA, 480v/220-127v V para servicios de alumbrado, contactos y servicios comunes en el cuarto de bombeo.

Obtenemos la potencia total de este tablero y su ubicación.

De la tabla 430-150 ¿de dónde? obtenemos la corriente eléctrica a plena carga. Para cada uno de los equipos

Bomba de 1 HP = 2.1 A

Bomba de 10 HP = 14 A

Bomba de 3 HP = 4.8 A

transformador de 5kva = 22.72 A

Por lo tanto se tiene un total de: 43.62 A

Para obtener la potencia total de tablero tenemos: la siguiente fórmula;

$$W = I(E_f \times F.P. \times \sqrt{3})$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$W = 43.62(480 \times 0.9 \times \sqrt{3})$$

La potencia total de este tablero es:

$$W = 32,638.4 \text{ W}$$

Cálculo de alimentador eléctrico:

Este cálculo es realizado con base a las normas:

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (Utilización)

Para determinar el calibre de los conductores se consideró el cálculo por:

- a) Ampacidad y
- b) Caída de tensión

DATOS :

Carga del alimentador:	36.26 kVA
Tensión de servicio	480 V
Longitud de la línea	22 m
Factor de potencia estimado en la instalación	0.9
Temperatura de diseño de su aislamiento	90 grados
Temperatura de operación	30 grados

Cálculo de la corriente

$$I_n = \frac{36.26kVA}{480V \times 1.73}$$

$$I_n = 43.61A$$

Con base en esta corriente se selecciona un interruptor termomagnético para proteger la carga.

Por lo tanto la protección termomagnética debe ser 3P- 50A.

Cálculo por Ampacidad

De Tabla 310-16, de la NOM-001-SEDE-2005, Temperatura de operación de los cables 60° C, y Arreglo de un circuito y para una corriente de 43.61 A.

El Cal. Seleccionado: es 6 AWG

Cable final seleccionado por capacidad de conducción: 6 AWG
Capacidad de conducción del cable seleccionado: 55 Amperes

Cálculo por caída de tensión.

De acuerdo con el artículo 210-19 de la NOM--001-SEDE-2005, la caída de tensión global desde el medio de desconexión principal hasta cualquier salida de la instalación (sea fuerza, alumbrado, etc.), no debe exceder del 5%. La caída de tensión se debe distribuir razonablemente en el circuito derivado y en el circuito alimentador, procurando que en cualquiera de ellos la caída de tensión no sea mayor de 3%, por lo tanto con las recomendaciones anteriores, se considero al 3% la caída de tensión a los alimentadores principales y al 2% para los circuitos derivados.

Conductor Seleccionado: 6 AWG.

Sección del conductor: 13.3 mm²

$$e\% = \frac{2 \times I_n \times L \times \sqrt{3}}{V_f \times \phi}$$

$$e\% = \frac{2 \times 43.61A \times 22m \times 1.73}{480 \times 13.3}$$

$$e\% = 0.52$$

Con base en estos resultados se determina que el conductor seleccionado cumple con los parámetros necesarios para alimentar al tablero "PT"

Cálculo de la canalización para los conductores seleccionados.

De acuerdo a la norma NOM--001-SEDE-2005, de la TABLA 10-5. Dimensiones de los conductores aislados y cables de artefactos. El conductor aislado 6 AWG tiene un área transversal de: 46.8 mm² por lo que si consideramos que se instalarán: 3 conductores de este calibre en una canalización (3 Fases).

Con respecto al cable de tierra física el cable que se instalara, teniendo en cuenta que la protección seleccionada es de 50 amperes, nos basamos en la tabla 250-95 de la NOM-001-sede 2005, tenemos que corresponde un cable: 10 AWG (15.7 mm²)
El área total de los conductores dentro de la canalización es:

$$(3 \times 46.8) + (15.7) = 156.1 \text{ mm}^2$$

De acuerdo a la tabla 10-4 de la mencionada norma, con un factor de relleno del 40%, tiene un área disponible de: 222 mm² que corresponde a un una tubería conduit de: 27mm de diámetro

Por lo tanto para alimentar al tablero **PT** se utiliza:

* 3 Conductores del calibre 6 AWG (Fases)

* 1 Conductores del calibre 10 AWG (Tierra)

En un tubo de 27 mm de Diámetro.

ANEXO 2

EJEMPLO DE CÁLCULO DE ALIMENTADOR PRINCIPAL MOTOR

El siguiente método de cálculo corresponde a la bomba del PCI de 5 HP.

Se consideran los datos del equipo, circuito y canalización listados a continuación:

- Tipo de carga. Motor
- Carga del motor: 5 HP
- Tensión nominal del motor 460 V
- Número de fases: 3
- Tensión nominal del sistema 460 V
- Longitud del circuito: 121 m.
- Sistema de soporte o canalización Ambos (tubo conduit de acero y Charola)
- Tipo de charola: Tipo malla.
- Arreglo de conductores: Los conductores serán instalados en la charola
- Tipo de protección Interruptor magnético y relevador de sobrecarga.

Para este caso los datos proporcionados por el proveedor del equipo se tiene que la eficiencia es de 0.875 y el factor de potencia es 0.82

La corriente nominal se calcula con las siguientes fórmulas:
Para Cálculos por ampacidad:

$$I_n = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3} \times V \times \eta \times FP};$$

Calculando la corriente nominal para un motor.

$$I_n = \frac{5 \times 746}{\sqrt{3} \times 460 \times 0.875 \times 0.82} = 6.52 \text{ Amp.}$$

Aplicando el artículo 430-22 del NEC , la capacidad de un conductor que alimenta un solo motor en servicio continuo deberá tener una capacidad no menor al 125% de la corriente nominal del motor a plena carga, por lo tanto:

$$I_s = (1.25) (I_n)$$

Donde:

I_s = Corriente para selección del conductor (Amp).

I_n = Corriente nominal del motor (Amp).

$I_s = (1.25) (6.52 \text{ Amp})$

$I_s = 8.16 \text{ Amp.}$

Se determina el factor de corrección por temperatura de la tabla 310-16, considerando una temperatura máxima de operación de 60°C y una temperatura ambiente de 32.0 °C. El factor de corrección por temperatura es de 0.91

Cálculo del conductor por ampacidad.

Se considera que el conductor se instalará en charola tipo malla sin tapa, la corriente del conductor no deberá sobrepasar la capacidad indicada en la tabla 310-16 de la NOM-SEDE-001-2005.

Se selecciona el conductor por capacidad de conducción aplicando el factor de corrección por temperatura y el factor decremental debido al tipo de canalización (para charola, Factor decremental de charola), considerando los valores de la tabla 310-16. Se determina la capacidad de conducción para el conductor y se verifica que se cumpla la siguiente condición.

Capacidad de conducción de corriente del conductor (ICOND) \square I_c

Donde:

$$I_c = \frac{I_s}{FCT * FDC}$$

FCT: Factor de corrección por temperatura.

FDC: Factor de corrección por tipo de canalización (Factor decremental en charola).

ICOND: Capacidad de conducción de corriente del conductor en Amp.

I_c : Corriente corregida en Amp.

I_s : Corriente nominal x 1.25

Sustituyendo:

$$I_c = \frac{8.16}{(0.91) * (1)} = 8.96$$

La capacidad de conducción de corriente del conductor debe ser mayor que 8.96 A, y el conductor que corresponde al calibre 12 AWG cuya ampacidad a 60°C es 25 Amp. Por lo tanto:

Se cumple que: 25 Amp. > □ 8.96 A

Cálculo por caída de tensión

Se verifica que el calibre del conductor calculado por capacidad de conducción cumpla con los requisitos de caída de tensión, en cumplimiento con el artículo 215.2; 3); FPN No. 2 y con el artículo 210.19; 1); FPN No. 4 del NEC, estos artículos definen una máxima caída de tensión permisible en el circuito de 3%

$$e \% = \frac{\sqrt{3} * L (I_N / \text{COND. X FASE}) (R \cos \phi + X \text{SEN } \phi)}{V * 10}$$

Aplicando los valores de Resistencia y Reactancia para un multiconductor, en canalización, (Standard IEEE std 141-1993 “Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants”. Table |4A-7 60Hz Impedance data for three-phase copper cable circuits, in approximate ohms per 1000 feet at 75°C)

Y considerando un conductor por fase:

Considerando un multiconductor calibre 12 AWG se tiene:

$$R_{75^{\circ}C} = 6.600 \Omega / km$$

$$X_{75^{\circ}C} = 0.223 \Omega / km$$

Table 4A-7—60 Hz impedance data for three-phase copper cable circuits, in approximate ohms per 1000 ft at 75 °C^a
(a) Three single conductors

AWG or kcmil	In magnetic duct						In nonmagnetic duct					
	600 V and 5 kV nonshielded			5 kV shielded and 15 kV			600 V and 5 kV nonshielded			5 kV shielded and 15 kV		
	R	X	Z	R	X	Z	R	X	Z	R	X	Z
8	0.811	0.0754	0.814	0.811	0.0860	0.816	0.811	0.0603	0.813	0.811	0.0688	0.814
8 (solid)	0.786	0.0754	0.790	0.786	0.0860	0.791	0.786	0.0603	0.788	0.786	0.0688	0.789
6	0.510	0.0685	0.515	0.510	0.0796	0.516	0.510	0.0548	0.513	0.510	0.0636	0.514
6 (solid)	0.496	0.0685	0.501	0.496	0.0796	0.502	0.496	0.0548	0.499	0.496	0.0636	0.500
4	0.321	0.0632	0.327	0.321	0.0742	0.329	0.321	0.0506	0.325	0.321	0.0594	0.326
4 (solid)	0.312	0.0632	0.318	0.312	0.0742	0.321	0.312	0.0506	0.316	0.312	0.0594	0.318
2	0.202	0.0585	0.210	0.202	0.0685	0.214	0.202	0.0467	0.207	0.202	0.0547	0.209
1	0.160	0.0570	0.170	0.160	0.0675	0.174	0.160	0.0456	0.166	0.160	0.0540	0.169
1/0	0.128	0.0540	0.139	0.128	0.0635	0.143	0.127	0.0432	0.134	0.128	0.0507	0.138
2/0	0.102	0.0533	0.115	0.103	0.0630	0.121	0.101	0.0426	0.110	0.102	0.0504	0.114
3/0	0.0805	0.0519	0.0958	0.0814	0.0605	0.101	0.0766	0.0415	0.0871	0.0805	0.0484	0.0939
4/0	0.0640	0.0497	0.0810	0.0650	0.0583	0.0929	0.0633	0.0398	0.0748	0.0640	0.0466	0.0792
250	0.0552	0.0495	0.0742	0.0557	0.570	0.0797	0.0541	0.0396	0.0670	0.0547	0.0456	0.0712
300	0.0464	0.0493	0.0677	0.0473	0.0564	0.0736	0.0451	0.0394	0.0599	0.0460	0.0451	0.0644
350	0.0378	0.0491	0.0617	0.0386	0.0562	0.0681	0.0368	0.0393	0.0536	0.0375	0.0450	0.0586
400	0.0356	0.0490	0.0606	0.0362	0.0548	0.0657	0.0342	0.0392	0.0520	0.0348	0.0438	0.0559
450	0.0322	0.0480	0.0578	0.0328	0.0538	0.0630	0.0304	0.0384	0.0490	0.0312	0.0430	0.0531
500	0.0294	0.0466	0.0551	0.0300	0.0526	0.0505	0.0276	0.0373	0.0464	0.0284	0.0421	0.0508
600	0.0257	0.0463	0.0530	0.0264	0.0516	0.0580	0.0237	0.0371	0.0440	0.0246	0.0412	0.0479
750	0.0216	0.0445	0.0495	0.0223	0.0497	0.0545	0.0194	0.0356	0.0405	0.0203	0.0396	0.0445

NOTE—Resistance based on tinned copper at 60 Hz; 600 V and 5 kV nonshielded cable based on varnished cambric insulation; 5 kV shielded and 15 kV cable based on neoprene insulation.

^aResistance values (R_T) at lower copper temperatures (T_L) are obtained by using the formula $R_L = \frac{R_{75}(234.5 + T_L)}{309.5}$.

$$e \% = \frac{\sqrt{3} (121) (6.52/1) [(6.600 \times 0.82) + (0.223 \sin(\arccos 0.82))]}{460 * 10} = 1.647$$

Selección final del calibre

El criterio para la selección del calibre se toma como base el calibre calculado por ampacidad y se compara con el calibre calculado tanto por caída de tensión como por caída de tensión al arranque del motor. En este caso se puede observar que el calibre seleccionado por ampacidad cumple con los requerimientos de caída de tensión y caída de tensión durante el arranque del motor. Por lo tanto, el conductor finalmente seleccionado será de un conductor por fase calibre 12 AWG.

Bibliografía.

1. Roberto Saucedo Zavala, Introducción a las Instalaciones Eléctricas,
2. Velasco Solís, Jesús; Entendiendo el Sistema de Tierras, Instituto Politécnico Nacional, 1995.
3. Vega Ortega Miguel, Ingeniería de Puesta a Tierra, 1998
4. Donnelly, E L, Teoría y Práctica de la Instalación Eléctrica.
5. IEEE Guide for measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System; ANSI/IEEE Std. 81-1983.