



9

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO Y DESARROLLO DE PROYECTOS
ELÉCTRICOS COMERCIALES CON BASE EN LA
NORMA NOM-001-SEDE-1999

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
ÁREA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA
PRESENTAN:

**FEDERICO ARREOLA ESTRADA/
JUAN MANUEL CABALLERO CORDERO**

INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO
PRESENTA:

RODOLFO AGUIRRE SALGADO



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DIRECTOR DE TESIS:
ING. GUILLERMO LOPEZ MONROY

CIUDAD UNIVERSITARIA, D.F. 2002



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

Saber no es suficiente, debemos aplicar.
Desear no es suficiente, debemos hacer.

- Johann W. Von Goethe

En memoria de:



Daniel Arriola

Quien me enseñó que en la fortaleza del espíritu esta la grandeza de la vida.



Tía Victoria (Toyita)

Por la sabiduría de vivir su identidad.

A mis abuelos
Micaela, Amalia, Enrique y Transito
Por ser la creación de mi familia.

A mis padres

Alberto Arreola Rodríguez y Olga Susana Estrada Mejía

Que me enseñaron incondicionalmente el valor del amor, del trabajo y a vivir libre de cadenas para convertirme en lo que soy; Gracias.

A mis hermanos

Axel Guillermo y Pável Nozomi Arreola Estrada

Por el valor y amor que representan en mi vida.

A mis tíos y tías
Que han sido el alma de mi familia.

A mis primos y primas

Que le dan a mi vida una alegría infinita.

A mi pareja
Alba Patricia Hernández Soc (P'at Soc)

Quien comparte después de vivir y soñar lo realmente importante, despertar el espíritu y el amor.

A Eliud, Abraham Moreno y familia
Por ser mi familia desde siempre.

A José Luis y Lucia Salas Corrales
Quienes me brindan la dicha de amar nuestra tierra y familia compartida.

A Susana Bastian
Quien me enseñó el inicio de la melodía del alma.

A mis amigos y amigas
Alejandro, Betzabe, Mauricio, Kacia, Enrique, Diana, Eduardo, Leonardo, Juan Carlos y Gabriela
Que han estado en los buenos y no tan buenos momentos de mi vida.

A Elizabeth y Angel Jesús Sánchez Hernández
Por ser los hermanos que escogí.

A nuestros profesores y sinodales:
M.I. Larry Hipólito Escobar Salguero
Por una historia compartida
Ing. Hugo A. Grajales Román
Ing. Arturo Morales Collantes
Ing. David Vázquez Ortíz
Por sembrar el movimiento del pensamiento, porque en el reposo nos quedamos obsoletos.

Al Ing. Guillermo López Monroy
Por depositar en nosotros la confianza a través de sus cátedras y darnos la oportunidad de demostrar su obra; gracias.

Federico Arreola Estrada

A MIS PADRES

María Luisa Cordero V. y Celedonio Caballero

Por que gracias a su ejemplo y su gran apoyo incondicional, he podido lograr una de mis mayores metas y ser lo que ahora soy.
Gracias, los quiero.

A MIS HERMANAS

Mary , Lourdes, Aurora y Gloria

A quienes no tengo como agradecerles todo el apoyo y ayuda que me han brindado

A LOS AMIGOS

A todos ellos que a lo largo de mi vida me han brindado su valiosa e incondicional amistad.

Mil gracias.

Juan Manuel Caballero Cordero

Agradecimientos

A Dios por darme vida y salud.

A mis padres:

Ma. Isabel Salgado Armenta y Emilio F. Aguirre Astudillo

A quienes sin escatimar esfuerzo alguno han dedicado gran parte de su vida en formarme y educarme, para convertirme en persona de provecho.
Por esto y mucho más... gracias.

A mis hermanos:

Ma. Isabel y Emilio

Por ayudarme en todo lo que pudieron.

A mi abuela Teresa, todos mis tíos y familiares

Por darme la motivación para terminar esta etapa de mi vida.

A todos mis amigos y profesores

Por su comprensión y enseñanzas.

Rodolfo

INDICE

INTRODUCCIÓN

Capítulo I. Ingeniería de proyectos y normatividad.....	3
1.1 El proyecto.....	3
1.1.1 El diseño de proyectos en la ingeniería y su contenido.....	4
1.1.2 Etapas del proyecto.....	7
1.2 Planeación de proyectos.....	8
1.2.1 La importancia de planear.....	9
1.2.2 Herramientas básicas en la planeación.....	9
1.2.3 Área de costos de un proyecto.....	12
1.3 La industria eléctrica actual en México.....	12
1.3.1 Cambios en la situación energética de México.....	13
1.4 Normalización en México.....	14
Capítulo II Alcances del proyecto y trabajo interdisciplinario.....	17
2.1 Presentación de planos.....	17
2.1.1 Especificaciones, simbología y notas.....	18
2.2 Especificaciones del proyecto de un edificio.....	19
2.3 Impacto ambiental.....	20
2.4 Tipos de servicios eléctricos.....	20
2.5 La compañía suministradora.....	21
2.5.1 LFC.....	21
2.5.1.1 Permisos y tarifas en Luz y Fuerza del Centro.....	22
2.5.1.2 Requisitos de alta para suministro de tipo comercial.....	23
2.5.1.3 Localidades para tramites.....	23
2.5.2 CFE.....	24
2.5.2.2 Tarifas en Comisión Federal de Electricidad.....	25
2.6 La carga eléctrica y sus características.....	27
2.6.1 Tipos de carga eléctrica.....	27
Capítulo III Red principal de alimentación eléctrica.....	31
3.1 Acometida.....	31
3.2 Características del alimentador principal.....	31
3.2.1 Selección de alimentador general.....	33
3.3 Subestación eléctrica.....	34
3.3.1 Subestaciones Compactas o unitarias, servicio 23 [kV].....	34
3.3.1.1 Celda de medición.....	35
3.3.1.2 Cuchilla de paso.....	35
3.3.1.3 Celda de seccionador.....	35
3.3.1.3.1 Fusibles de alta tensión y alta capacidad interruptiva.....	36
3.3.1.3.2 Apartarrays.....	37
3.3.1.4 Celda de acoplamiento a transformador.....	38
3.3.2 Criterios de selección.....	38

3.4 Transformadores	40
3.4.1 Tipos de transformadores	40
3.4.2 Conexión de transformadores.....	40
3.4.2.1 Criterios de selección	41
3.4.3 Requisitos normativos de instalación	42
3.5 Sistema de tierras y pararrayos	43
3.5.1 Definición de puesta a tierra	43
3.5.2 Objetivo de la puesta a tierra	43
3.5.3 Puesta a tierra en edificios de nueva construcción	44
3.5.4 Resistividad del terreno	44
3.5.4.1 Método de medición de la resistividad	44
3.5.5 El electrodo de puesta a tierra	45
3.5.6 Potenciales peligrosos.....	46
3.5.7 Diseño de sistemas de tierras.....	47
3.5.7.1 Requisitos de instalación	49
3.5.8 Pararrayos	51
3.5.8.1 Definición	51
3.5.8.2 Objetivo	51
3.5.8.3 Requisitos de instalación	52
3.5.9 Recomendaciones	54
<i>Capítulo IV Sistemas de emergencia</i>	<i>55</i>
4.1 Definición de sistema de emergencia	55
4.2 Objetivo del sistema de emergencia.....	55
4.3 Plantas generadoras	55
4.3.1 Selección de una planta generadora	57
4.3.1.1 Protecciones	58
4.4 UPS	59
4.4.1 Topologías de instalación	59
4.4.2 Productos comerciales	60
4.4.3 Selección de UPS.....	61
<i>Capítulo V Sistemas de distribución en media y baja tensión.....</i>	<i>62</i>
5.1 Sistemas de distribución.....	62
5.2 Interruptores.....	62
5.2.1 Interruptores termomagnéticos	62
5.2.2 Interruptores para alta tensión	63
5.3 Tableros de distribución	63
5.3.1 Definición	63
5.3.2 Medios de acometida.....	64
5.3.3 Tipos de Tableros de distribución	64
5.3.3.1 Dispositivos automáticos de protección	65
5.4 Centros de control de motores.....	66
5.4.1 Clasificación de alambrado de CCM's según NEMA.....	66
5.4.2 Tipos de CCM's.....	66
5.4.3 Arrancadores, tipos y funcionamiento	67
5.4.3.1 Componentes de los arrancadores en módulo removible	68

5.5	Paneles de alumbrado y receptáculos.....	68
5.5.1	Protecciones	69
5.5.2	Selección y especificación de tablero de alumbrado y receptáculos	70
Capítulo VI.....		Memoria de cálculo
.....		71
6.1	Generalidades.....	71
6.2	Descripción del proyecto	71
6.2.1	Especificaciones, normas y reglamentos	71
6.2.2	Alcance.....	72
6.2.3	Sistema de Distribución	72
6.2.4	Canalizaciones.....	72
6.2.5	Conductores en baja tensión	73
6.3	Relación de planos.....	73
6.4	Diagrama unifilar.....	73
6.5	Parámetros eléctricos normativos de la Torre Siglum	73
6.5.1	Formulas básicas.....	74
6.5.2	Cálculo de la protección de circuitos derivados	75
6.5.3	Cálculo de alimentadores eléctricos para tableros y circuitos principales	76
6.5.4	Cálculo de circuitos para motores	76
6.5.4.1	Protección de motores.....	77
6.5.5	Cálculo de circuitos alimentadores para transformadores	79
6.5.5.1	Resumen normativo de protección a transformadores	81
6.6	Procedimiento de cálculo.....	82
6.6.1	Descripción de la carga instalada en la Torre Siglum	82
6.6.2	Procedimiento general de cálculo	83
6.6.2.1	Cálculo de parámetros eléctricos.....	84
6.6.2.1.1	Cálculo y selección de tableros	89
6.6.2.1.2	Cálculo de alimentadores en media tensión.....	96
6.6.2.2	Cálculo del UPS.....	108
6.7	Cuadros de carga	108
Capítulo VII Sistemas de iluminación.....		109
7.1	Naturaleza de la luz	110
7.2	Iluminación eléctrica	110
7.2.1	Tecnología de la iluminación eléctrica	110
7.2.1.1	Producción de luz por incandescencia.....	111
7.2.1.2	Producción de luz por fotoluminiscencia	111
7.3	Tipos de lámparas.....	112
7.3.1	Lámpara incandescente	112
7.3.2	Lámparas fluorescentes	113
7.3.2.1	Lámparas de vapor de mercurio.....	115
7.3.2.2	Lámparas de vapor de sodio a alta presión	115
7.4	Selección de lámparas y luminarios.....	116
7.5	Cálculo de iluminación interior	118
7.5.1	Fundamentos de Iluminación	118

7.5.2	Cálculo de niveles de iluminación por el método de cavidad zonal	119
7.5.2.1	Ecuaciones de trabajo	121
7.6	Sistema visual.....	124
7.6.1	Cálculo de alumbrado método de cavidad zonal	124
Capítulo VIII Disposición de canalizaciones y accesorios.....		128
8.1	Clasificación de las instalaciones eléctricas.....	128
8.2	Tipos y selección de canalizaciones	128
8.2.1	Soportes tipo charola.....	129
8.2.1.1	Capacidad de conducción de corriente de conductores instalados en canalizaciones tipo charola	130
8.2.2	Tubo conduit.....	131
8.2.2.1	Tubo de PVC.....	132
8.2.2.2	Tubo flexible.....	132
8.2.3	Ductos cuadrados.....	133
8.3	Soportería.....	133
8.4	Accesorios utilizados en baja y media tensión para canalización de tipo Tubo conduit	133
Capítulo IX Especificación del proyecto eléctrico.....		136
9.1	Toma de decisiones.....	136
9.1.1	Clase de decisiones	136
9.1.2	Toma de decisiones en grupo.....	137
9.2	Catálogo de conceptos, precios unitarios y generadores de obra	138
9.3	Hojas de especificación de equipo eléctrico	138
Conclusiones		144
Anexo 1		145
Anexo 2		157
Anexo 3		160
Anexo 4		172
Bibliografía		

INTRODUCCIÓN

Ante los retos actuales el Ingeniero Mecánico Eléctrico debe mantener una actualización continua, colaborar con el proceso de enseñanza- aprendizaje, sólo así el mejoramiento de tecnología y servicios es viable, tal es el caso de la normalización Mexicana en áreas desde la fabricación, puesta en marcha y producto terminado para el consumidor; la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-1999 correspondiente a Instalaciones Eléctricas es aplicada en construcciones comerciales; objeto de la investigación es la Torre Siglum, construcción cosmopolita que cubre las necesidades comerciales de una nueva generación.

La construcción de la torre se encuentra dentro de una serie de reglamentos y normas de construcción, aún no se comprende la importancia de la Ingeniería Mecánica Eléctrica que es relegada a un plano inferior, generando conflictos en su aplicación final de servicio; el Ingeniero no queda excluido de esta problemática porque dentro de las construcciones el Arquitecto e Ingeniero Civil no cubren este espacio; así la intervención de los distintos profesionistas será la clave del éxito en cualquier proyecto constructivo.

El trabajo interdisciplinario es requisito indispensable para el diseño y desarrollo de proyectos eléctricos con miras a un producto de calidad, se crea la necesidad de enlace dentro de disciplinas, en caso contrario la fragmentación conllevará a la creación de fisuras en el entendimiento y aplicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999.

El conocimiento de la aplicación de la NOM-001-SEDE-1999 apoya al Ingeniero Mecánico Eléctrico a presentar un proyecto óptimo, económico y seguro; de esta manera la tesis se encuentra dentro de un proceso serio de investigación de campo y referencia bibliográfica enfocada a encontrar una comprensión factible de la realidad en la Ingeniería; así la mejor interpretación de la Norma proveerá los mínimos requerimientos de seguridad desde la instalación hasta la funcionalidad que encontrará el usuario final.

De esta manera se desarrollará en el primer capítulo, Ingeniería de proyectos y normatividad; la conceptualización del proyecto que se basa en un proceso definido pero flexible; la presentación del contexto de la industria actual en México y los cambios que ha presentado hasta la década de los 90's y la estructura principal de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, base de la investigación.

El segundo capítulo, Alcance del proyecto y trabajo interdisciplinario, hace referencia a la forma de presentación y especificación de proyectos eléctricos, el impacto ambiental que debe cuidar el Ingeniero Mecánico Eléctrico, el proceso conjunto que llevarán los trámites y permisos ante la compañía suministradora de servicio eléctrico local y la presentación de la carga eléctrica a conectar en la Torre Siglum.

La red principal de alimentación, tema del tercer capítulo, presenta la información del diseño de una efectiva distribución eléctrica haciendo referencia en todo momento a la Norma NOM-001-SEDE-1999; así como un elemento clave de seguridad, el sistema de tierras y pararrayos.

El cuarto capítulo Sistemas de emergencia, refiere los dos principales equipos que un edificio de oficinas corporativo requiere para satisfacer una demanda mínima de energía, para garantizar los servicios de emergencia y respaldo en caso de una contingencia eléctrica.

El equipo de enlace en la distribución de energía eléctrica en la Torre Siglum se define en el quinto capítulo, Sistemas de distribución en media y baja tensión, con la correcta implementación de

tableros de distribución y paneles de alumbrado se dispone de equipos para atender soluciones prácticas y económicas, necesarias para garantizar la energía eléctrica en los puntos que requiere la torre.

El sexto capítulo, Memoria de cálculo, es la abstracción del proceso de diseño de la instalación eléctrica comercial, en este capítulo se contemplan lineamientos propios en el cálculo de parámetros eléctricos apoyados en la apreciación de la Norma NOM-001-SEDE-1999 misma que dicta el rumbo de la investigación de tesis.

Para complementar la abstracción del diseño eléctrico el séptimo capítulo, Sistemas de iluminación, presenta la descripción y uso de las distintas lámparas que se encuentran en el mercado para proyectos eléctricos comerciales, el cálculo de parámetros en iluminación se refiere un caso particular complementado con un herramienta de software en diseño y cálculo en iluminación cortesía de Lithonia Co.

Para hablar de la interpretación de la Norma NOM-001-SEDE-1999 no debe faltar la información básica correspondiente al octavo capítulo, Canalizaciones y accesorios, mismo que refiere los elementos en la correcta selección de canalizaciones y soporteria, en la actualidad el mercado ofrece un sin fin de soluciones, es donde el Ingeniero debe hacer gala de la creatividad.

El noveno capítulo, Especificación del proyecto eléctrico, menciona la necesidad de contar con herramientas en la toma de decisiones, mismas que a la orden del día se presentarán en la vida del Ingeniero; dentro de la especificación de un proyecto eléctrico es necesario involucrar la presentación de materiales, equipo y labores de instalación, mismas que el catálogo de conceptos y precios unitarios contempla para finalizar se presentan una serie de ejemplos en selección de materiales y equipo que una instalación eléctrica comercial basada en la Norma NOM-001-SEDE-1999 puede utilizar.

Capítulo I. Ingeniería de proyectos y normatividad

1.1 El proyecto

Dada la importancia del desarrollo económico que prevalece y de la cual no estamos exentos, el Ingeniero Mecánico Eléctrico debe lograr siempre el óptimo económico para obtener el mejor aprovechamiento de recursos, para cumplir con los estándares nacionales e internacionales de calidad existentes y aplicables en el país.

Proyecto económico

El desarrollo sustentable de cualquier entidad económica debe contener el análisis de dos cuestiones fundamentales; necesidades y recursos disponibles, en la medida que la interacción y equilibrio de estos conceptos sea estrecho, estaremos en el inicio de la relación de diversas disciplinas que con una adecuada planeación, orientación y esfuerzo, ofrece los componentes necesarios para tener una infraestructura socioeconómica sólida, con el fin de incrementar la economía de las personas, instituciones y del país. Así se destaca que a partir del estudio de economías individuales (originado en las relaciones entre familias, empresas y productos) se llega a la determinación de los precios en mercados precisos; con lo anterior se presenta el campo de la microeconomía (inicio del estudio de aspectos económicos más completos como la producción de bienes y servicios) es decir, del proceso productivo de un país, con lo que se plantea el marco inicial para el estudio macroeconómico de todo proceso de crecimiento económico. En el estudio de crecimiento económico no se debe olvidar la relación de dos conceptos clave, proyecto y desarrollo, el ingeniero eléctrico debe considerar que toda inversión de capital exige estudio previo del panorama económico y que el proyecto individual se realiza en un medio del cual se nutre, al cual se ha de contribuir en su mejoramiento.

Así nos damos cuenta que la estructuración de proyectos contribuye a tener un entorno de aplicación y un método para obtener información necesaria e iniciar su desarrollo, con la finalidad de tener un panorama preliminar de recursos disponibles y si se da el caso de recursos faltantes; estos últimos de atención especial porque encontrar faltantes da un rumbo adecuado, en la mayoría de las ocasiones, esto muestra que el estudio se hace sin omitir ni el más mínimo detalle, motivo suficiente para originar buenos resultados en la ejecución de los del proyecto.

El objetivo de todo proyecto consiste en organizar y presentar los antecedentes necesarios para facilitar la justipreciación económica, inicialmente incluirá:

- Estimación de la demanda
- Inversiones

Bajo estos parámetros se define la necesidad de visualizar la demanda del sistema o producto, la cual debe ser considerada por el ingeniero y la empresa involucrada. Un estudio específico y de mercado (para algunos casos), nos dará las primeras directrices en la información actualizada. Así tiene una relación directa para el estudio y análisis del proyecto un menor margen de riesgo, mayor inversión y alcance de optimización de recursos.

1.1.1 El diseño de proyectos en la ingeniería y su contenido

El término *desarrollo de proyectos* implica una serie de actividades que se van a ejecutar o se están ejecutando en forma coordinada. La ejecución de actividades es el principio de una realización de acciones siguientes; para conllevar una serie de sucesos por iniciar y concluir. El desarrollo de proyectos se puede presentar de manera cíclica por ejemplo, la fabricación de productos en la industria y están también los no cíclicos que son proyectos con un inicio y un fin por ejemplo, una central eléctrica.

Un principio fundamental de la ingeniería es utilizar los recursos y leyes de la naturaleza, sin dañarla con el fin de satisfacer las necesidades de la humanidad, así la ingeniería produce soluciones prácticas a cuestionamientos distintos; una solución es prueba de que se han entendido los principios científicos y técnicos adecuados pero en ocasiones el conocimiento estructurado no basta y es necesario referirnos a conocimientos empíricos que la experiencia lo refleja en criterios de decisión.

La ingeniería plantea varias alternativas en diseño de la solución, así es como se presentan un sin fin de diseños correctos y técnicamente aceptables pero ¿cómo saber cual es la opción correcta?. El ingeniero debe de dar soluciones de calidad sustentadas en la información que tiene a su alcance también basarse en un criterio, economía, imaginación, comprensión de la necesidad presentada y de la tecnología aplicada al diseño y también analizar sobre la seguridad, ecología y calidad de vida global.

El ingeniero debe completar su instrucción día a día, adquiriendo de la manera más amplia una cultura general y así tener un criterio más completo en cuanto a su desarrollo profesional, lo anterior dará origen a un ingeniero de calidad, éste será capaz de aplicar las siguientes consideraciones de diseño sin limitarse en decidir cuál es el mejor diseño para poner en marcha.

- Análisis de las necesidades eléctricas
- Documentación
- Planeación
- Seguridad
- Impacto ambiental (ecología)
- Impacto social (calidad de vida)
- Costo
- Durabilidad
- Selectividad
- Respaldo (continuidad)
- Modernidad
- Confiabilidad
- Mantenimiento
- Estética

Seguridad

En la seguridad se analiza la influencia de los productos diseñados sobre las personas y el medio, la seguridad personal es un aspecto que demanda mayor atención ya que implica factores psicológicos y sociológicos indefinidos, es donde el ingeniero debe unir su conocimiento con el de especialistas en el tema y originar una buena decisión.

Para el desarrollo de soluciones, la ingeniería de seguridad debe ocupar el primer lugar por ello la responsabilidad de ofrecer el desarrollo de productos seguros y diseñarlos con suficiente imaginación e ingenio para anticiparse a las situaciones de potenciales de riesgo, sin olvidar que todo lo que puede suceder, probablemente sucederá en un instante u otro; como punto de partida se sugiere las siguientes técnicas y criterios para ejecutarla:

- Revisar el ciclo total de vida del producto desde su producción hasta su desecho. Tratar de descubrir situaciones de alto riesgo en su diseño, transporte, instalación, puesta en marcha, servicio, etc.
- Enfocar las medidas de seguridad por igualdad de importancia, sin que la decisión económica altere su equilibrio.
- Hacer de la seguridad la característica integral de diseño del producto o servicio, siempre que sea posible, en lugar de tener dispositivos extras.
- Tener un diseño de producto o servicio de protección y respaldo en caso de falla, lo que proveerá continuidad en la seguridad, sin originar fallas que lamentar.
- Verificar las normas existentes y aplicables en materia de seguridad.
- Proveer las señales de riesgo en situaciones o lugares, en que fueron agotadas las medidas de seguridad de la manera más razonable, siendo obligación del ingeniero la identificación de riesgos en su diseño.

En materia de seguridad existen aspectos que no son técnicos, en donde el ingeniero debe de informarse y asesorarse, si se presenta el caso; estos aspectos son:

- Ubicación sociográfica del problema, una solución variará de acuerdo a su localización.
- Capacidades y características de la gente, tanto psicológicas como sociológicas, en donde consideramos limitaciones fisiológicas y sociales del personal involucrado.
- Comunicación; en este aspecto el ingeniero debe comunicar los principios de operación y seguridad del producto o servicio diseñado.
- Cooperación; Aquí se muestra la necesidad que el ingeniero tiene de involucrarse con miembros de distintas áreas. Tal es el caso de instituciones de gobierno, personal jurídico, de ventas y servicios, sólo por mencionar algunos para lograr que los requisitos de seguridad sean efectuados y cumplidos.

Ecología

El interés por la sociedad por respetar al medio natural que le rodea, se incrementa día a día, por lo que la ingeniería debe asumir su participación tomando las decisiones en conjunto con ella; considerando utilizar materiales cuyo reciclaje sea mas barato y de bajo impacto ambiental, social y económico, por lo que se recomienda:

- Cuidar los aspectos relevantes del objetivo básico del diseño sin alterar el medio, es decir; cumplir con un diseño apegado a las necesidades sin alterar el entorno de su ubicación.
- Generar un diseño que permita la ampliación, remodelación o modificación, incorporando en sitios clave componentes, módulos o preparaciones para llevarse a cabo.
- Diseñar para reciclar para lo cual el ingeniero debe considerar el ciclo ecológico completo de sus componentes incorporando alternativas para su desecho en partes o completo, así como incluir alternativas para el uso de algún componente completo o en partes.
- Seleccionar materiales que cumplan con las normas ecológicas vigentes en el sitio de desarrollo del proyecto.
- Seleccionar materiales de alta durabilidad y calidad, con el fin de evitar los cambios de componentes a corto plazo.

Contenido del proyecto

Existe información que todo proyecto de ingeniería debe contener es ¿la persona, institución o conjunto social requiere de los servicios de la ingeniería en forma integral?. Si es así, el servicio deberá incluir estudios de ingeniería básica y especializada, gestión de compras, contratación de servicios especiales o temporales, supervisión, el ingeniero comparte la responsabilidad con la propiedad que lo contrato y en ocasiones la propiedad adopta plenamente esta responsabilidad.

Cuando el ingeniero sabe cual será su alcance (en cuanto a su responsabilidad) el primer paso que contempla en el desarrollo de proyectos es empezar a realizar estudios preliminares, se deberá revisar y actualizar algunos aspectos con más profundidad que otros, enriqueciendo la documentación básica del proyecto.

Documentación básica del proyecto

Una vez que el ingeniero a revisado los estudios preliminares, su tarea es plasmarlos en documentos adecuados para su posterior consulta, los cuales deberán incluir información acerca de la tecnología, proceso de fabricación y datos de la ingeniería básica, los análisis y estudios preliminares que debe contener el proyecto de ingeniería son:

- Estudio de mercado
- Inversiones. Presenta el estudio detallado, analítico y real de los importes en moneda nacional y extranjera que el proyecto requiera, tanto en activos fijos como en capital de trabajo o circulante
- Datos de partida de la propiedad, del emplazamiento y su entorno
- Permisos y autorizaciones
- Ingeniería de proyecto. Es la descripción técnica del proyecto; presenta el análisis técnico de los problemas de ingeniería, selección de procesos y métodos, sistemas de fabricación, especificaciones técnicas del equipo y del producto, grado de mecanización y automatización necesarias, cantidad y calidad e insumos requeridos, programa de trabajo, de avance de obra, y todo lo que se refiere a planes, esquemas y gráficos que faciliten la exposición y el control del proyecto.
- Presupuestos, costos e ingresos

Datos de partida de la propiedad, del emplazamiento y su entorno

EL desarrollo de proyectos involucra distintas etapas; antes de profundizar en el desarrollo de la ingeniería eléctrica, se debe recopilar la información necesaria mencionada antes como documentación que incluye:

1. **Datos de Partida.** La recopilación de los datos de partida puede hacerse de manera diferida pero es importante identificar todos los datos para no postergar demasiado la documentación y así evitar demoras; como *Datos de Partida* tenemos:
 - **Datos de la propiedad:** En estos datos se deben incluir los estudios previos, *Estudios de Mercado e Inversiones*; además los datos de:
 - Localización
 - Datos sobre productos
 - Calidad
 - Disponibilidad
 - Procedencia

- Logística de almacenamiento
 - Criterios de almacenamiento
 - Número de días de abastecimiento
 - Futuras ampliaciones
 - De la obra
 - De instalaciones de almacenamiento
 - Criterios de inversión
 - Objetivos de la inversión
 - Binomio Costo - Calidad
 - Binomio Costo – Seguridad
 - Obsolescencia
2. **Datos del entorno de proyecto.** En estos datos referencian en particular la disponibilidad de materiales, mano de obra disponible, disposición de vías de comunicación en donde se mencionarán algunos de los datos a investigar.
- Construcciones existentes y su tipo, estas últimas, si afectan el proyecto
 - Talleres de reparación y mantenimiento
 - Instaladores nacionales y locales capacitados
 - Personal capacitado para el proyecto, costo y disponibilidad
 - Empresas identificadas en el ramo de transportes (varios), incluyendo elevaciones
- Y en casos particulares:
- Ampliación de instalaciones existentes
 - Electricidad
 - Suministro
 - Potencia
 - Punto de conexión
 - Tensión
 - Instalaciones existentes
 - Traslado de instalaciones existentes
 - Información sobre máquinas y equipos a trasladar
 - Consumos eléctricos y mecánicos
 - Instalaciones, equipos y materiales reutilizables

Estos datos determinarán la disponibilidad de elementos técnicos, humanos y económicos para tener los esquemas iniciales del proyecto, lo que comúnmente se denomina anteproyecto, siendo originado después de correlacionar, considerar e interpretar las decisiones finales.

1.1.2 Etapas del proyecto

Ingeniería de proyecto

i. Elaboración del anteproyecto

Se entiende como anteproyecto, al estudio con antecedentes suficientes para justificar el mérito económico de una iniciativa, sin los detalles requeridos para llevarla a cabo, se realiza desde el punto de vista económico postergando el aspecto técnico.

ii. El proyecto definitivo

Cabe destacar que esta etapa será la conjunción de los estudios técnicos con los económicos; se realiza una combinación Técnica – Económica. La precisión del estudio de la fase económica en el anteproyecto debe relacionarse con el grado de precisión de la fase técnica analizada en el proyecto. Esto implica que los estudios de ingeniería contengan suficiente información para certificar juicios económicos. Si bien estos sufren variaciones durante la materialización del proyecto, de ninguna manera deberán alterar el aspecto económico del anteproyecto.

iii. Materialización del proyecto

La materialización del proyecto no es otra cosa más que ejecutarlo, sin olvidar sus principios de origen que son:

- La ingeniería del proyecto, bajo este rubro algunos tópicos que lo conforman son:
 - Tamaño del proyecto
 - Planeación
 - Especificaciones
 - Estándares de calidad
 - Procesos técnicos
 - Necesidades energéticas
 - Transportación, etc.
- Economía del proyecto, en este rubro destacan; las inversiones, los costos y gastos diversos.

iv. Evaluación del proyecto

La evaluación del proyecto a veces queda en segundo término y debería ser indispensable para saber que tan alejados estamos de nuestros objetivos y planeación inicial, esto para tener un punto de comparación y replanteo de alternativas con el fin de no alejarse de la trayectoria técnica - económica planteada.

1.2 Planeación de proyectos

El desarrollo de proyectos no cíclicos siempre tendrá un principio y un fin donde se tiene una serie de operaciones, recursos y condiciones o restricciones. El elemento de operaciones contiene actividades en las que se tiene que ejecutar una acción y en el elemento de recursos se encontrará lo referente a materiales, equipo, tiempo, dinero y personal y el elemento condiciones o restricciones contendrá cuestiones externas al desarrollo de proyectos, pero que influirán en la ejecución del mismo por ejemplo, permisos, cambios ambientales, cuestiones sociales, disponibilidad de recursos, etc. Por eso el desarrollo de proyectos ya no puede desarrollarse con un criterio simplista e improvisador. Así la planeación constituye el eslabón principal para que el desarrollo de proyectos resulte exitoso ya que planear es tan importante como hacer, por eso es indispensable:

- Tener una visualización de las condiciones de operación deseadas a partir de las condiciones actuales
- Plantear objetivos precisos que podrán ser evaluados
- Estimar y anticipar cambios en las situaciones

- Definir prioridades y acciones óptimas
- Coordinar de manera efectiva los recursos disponibles
- Evaluar las trayectorias implementadas
- Modificar las trayectorias que así lo requieran

1.2.1 La importancia de planear

La planeación es la determinación de las necesidades de recursos del proyecto y su orden necesario de aplicación en las diversas actividades que deben realizarse, para lograr así los objetivos del proyecto.

La palabra planeación es “un conjunto de actividades destinadas a reducir el costo de las decisiones a medio y largo plazo mediante el análisis de los objetivos de la empresa, su situación actual y la situación y tendencia del entorno, la aplicación de las reglas y procesos de formalización de la información disponible, y el compromiso de realización de las decisiones adoptadas”. Por lo tanto la planeación es el instrumento que fija con precisión lo que va a hacerse; consiste por lo tanto en fijar el curso concreto de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de operaciones para realizarlo y las determinaciones de tiempo y de costo para su realización. Es un proceso de operaciones y estrategias que nos permiten llegar al fin propuesto y para lograrlo existen distintos métodos, uno de ellos es el ideado por Henry L. Gantt. (1861-1919) el cual señaló que un proceso lo forma una combinación de operaciones, esta observación le permitió desarrollar métodos gráficos que permitían visualizar la simultaneidad y secuenciación de las operaciones.

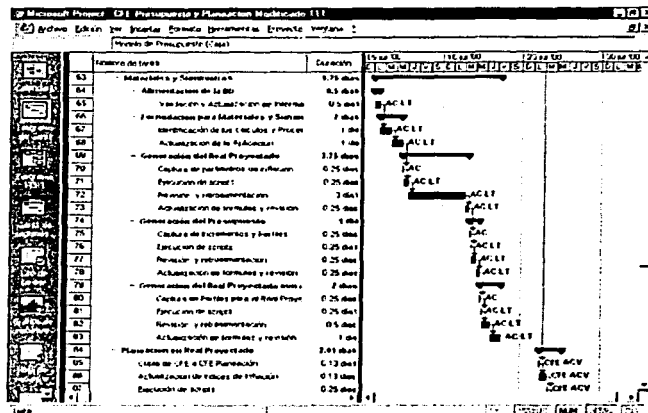
En la actualidad las gráficas de Gantt se usan, pero lo complejo de programar y vigilar la evolución de los proyectos de construcción, instalación de máquinas, implantación de sistemas, investigación, etc., hace necesario acudir a técnicas que se apoyan en una base matemática.

1.2.2 Herramientas básicas en la planeación

El análisis del proyecto de manera específica, a través de planos, especificaciones, tiempos, recursos, permitirá realizar la planeación que se requiere apoyada en las siguientes herramientas:

Gráfica de Gantt

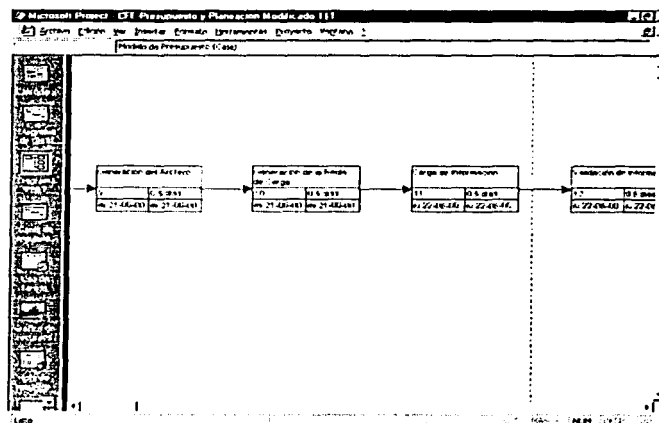
Esta gráfica muestra en su parte superior, en sentido horizontal, una escala de tiempos. A la izquierda, en sentido vertical, se listan las actividades o tareas que constituyen el proyecto. Cada actividad la representa una barra de longitud igual a su duración en tiempo y se graficará en equivalencia según la escala de tiempos que se utilice, por ejemplo, horas, días, semanas, mes, año/s. Con lo que se tendrá un plan preciso de cómo desarrollar y seguir un proyecto, de esta manera conforme se desarrolla el proyecto se graficará por medio de otras barras el tiempo en que se realizaron las actividades en su tiempo real, de esta manera tendremos una forma práctica de valuación de actividades en función de su duración. Cuando encontramos proyectos simples, la gráfica de Gantt proporciona una adecuada planificación y control pero en proyectos más complejos se emplean los métodos de grafo o redes ya sea de manera manual o ayudados por la computadora pero las soluciones que estos proporcionan también pueden presentar en gráficas de Gantt.



Red de actividades

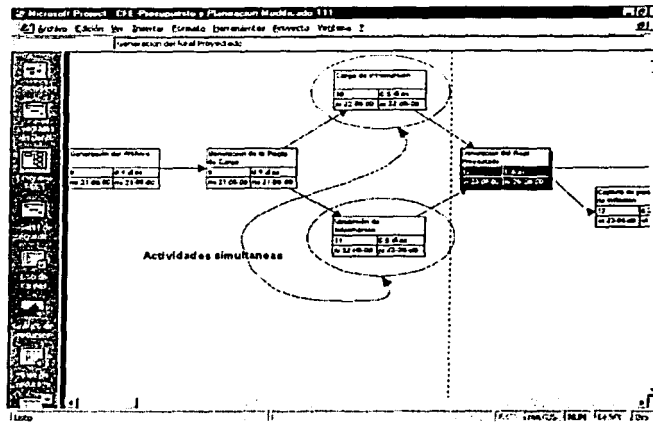
Cuando el proyecto se encuentra dividido en actividades es necesario estudiar cada una por separado, haciendo un análisis de tiempo, movimientos y selección de recursos, para ello el estudio se apoya en diagramas de flechas que deben tener una secuencia lógica para su posterior interacción con las demás actividades conformando así la red de actividades de un proyecto. Cada flecha sale y llega a puntos de la red que reciben el nombre de eventos.

- Y A un mismo evento pueden concurrir y salir varias actividades
- Y A cada actividad la enmarca un evento inicial y un evento final
- Y Por conveniencia se numeran los eventos de la red



Precedencia y simultaneidad

Las actividades se representan por medio de flechas, limitadas por los eventos, al momento de preparar la red, debe establecerse para cada actividad, que otras las preceden, la siguen o pueden hacerse de manera simultánea.



Camino

Se denomina camino a una sucesión de actividades que permiten ir de un evento determinado. La suma de las duraciones de las actividades que integran un camino recibe el nombre de longitud. En una red pueden usarse varios caminos para pasar del evento primero al último, el más interesante es el de menor longitud.

➤ Camino crítico

Es posible que existan actividades que tarden más o empiecen más tarde; estas no afectarían al proyecto; en cambio hay otras actividades que son críticas, por lo que se debe vigilar su desarrollo. La longitud de este camino crítico es el menor tiempo posible en que pueda desarrollarse el proyecto.

Holguras

La holgura también recibe el nombre de flotamiento o margen. La holgura libre proporciona el tiempo sobrante en el supuesto de que todas las actividades empiezan en su tiempo más temprano, mientras que la holgura total para la determinada actividad busca la situación favorable de que oscile entre el tiempo más temprano del evento inicial y el tiempo más tardío del evento final. Por lo tanto, la holgura total es mayor o igual que la libre, ayudan a controlar el proyecto cuando existen desviaciones en la duración de las actividades.

El calendario

La red del proyecto suele venir expresada en valores absolutos de tiempo que se miden en segundos, minutos, horas, días, etc. Sin embargo, también puede venir expresada en valores relativos. El caso más común es cuando las actividades se indican en días laborables, pues entonces interviene el calendario para señalar en que día del año empieza una actividad y en que día acaba, tomando en cuenta los fines de semana y los días festivos. La red de actividades se utiliza fundamentalmente en la coordinación del desarrollo de proyectos por lo que será indispensable que en el análisis participen aquellas personas que tengan injerencia directa, participando con voz y voto, de esta manera se logrará tener un compromiso de parte de las personas involucradas más responsable.

domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado
01	02	03	04	05	06	07
08	09	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	32	33	34	35

1.2.3 Área de costos de un proyecto

Para un determinado proyecto hay una multitud de diferentes redes que son resultado de las posibles combinaciones que se pueden formar con los distintos valores de duración de las actividades. Cada una de las redes tiene un costo que es la suma de las actividades integrantes. La red de cada actividad encuentra su duración máxima en la más económica (aunque no tiene el camino crítico más corto. La red en que cada actividad está en su duración mínima tiene un camino crítico de longitud mínima, aunque puede haber otras redes que con esa misma longitud sean más económicas. De entre las redes de mínima longitud hay una que resulta la más económica.

Recurso

Existen recursos fundamentales en el desarrollo de proyectos como: personal, dinero, materiales, maquinaria, equipo y tiempo, los que pueden intervenir en un proyecto y deberán ser asignados, previa o simultáneamente para poder tener una verdadera planeación. Aunque se han buscado soluciones matemáticas al problema de asignación de recursos, al plantearlo como un sistema de ecuaciones con múltiples soluciones. Lo más usual consiste en acudir a métodos basados en suposiciones empíricas que pueden escribirse como decisiones particulares. Cuando la red de actividades se encuentra preparada para ejecutarse, se procederá al comienzo y terminación de las distintas etapas del proyecto y de la asignación concreta de los tiempos y recursos necesarios para una conclusión satisfactoria del proyecto.

1.3 La industria eléctrica actual en México

Con el mandato de Carlos Salinas De Gortari en 1989 se emite el Plan de Modernización Energética 1989-1994. Donde establece las líneas generales para integrar la industria eléctrica al proyecto de modernización económica del país. El objetivo es que la industria eléctrica cumpla con los requerimientos de disponibilidad de energía y calidad del servicio que la nueva etapa desarrollo industrial y comercial demandará para la década de los noventa. Para alcanzar los objetivos se hace una revisión y rectificación de las políticas de financiamiento dando una mayor participación al capital privado y aumentando poco a poco los ingresos del sector, se modifica la política tarifaria y se termina con los subsidios a los diferentes tipos de usuarios. Como complemento a lo anterior se

establece la necesidad de elevar la productividad y eficiencia de las dos empresas del sector vía su reestructuración y modernización, se descarta la integración, manteniéndolas como entidades diferentes aunque sean entidades paraestatales.

Para el resto del sexenio es claro que no se optó por la privatización de alguna de ellas. La LFC y CFE tienen regiones de acción diferentes, por lo que la competencia en el mercado eléctrico no existe. Al desear atender una creciente demanda de energía eléctrica bajo nuevos esquemas de industrialización y comercialización orientados, no a un mercado nacional cerrado y subvencionado sino a un esquema de integración económica con Estados Unidos y Canadá. La entrada a un mercado altamente competitivo y desregulado es un reto en el corto plazo para la industria eléctrica mexicana. A largo plazo el reto fundamental de CFE es lograr la racionalización y diversificación energética, así como establecer patrones de eficiencia técnica, de costos, de productividad laboral y de calidad de servicio que se equiparen a los estándares internacionales de países con condiciones energéticas y de mercados similares al nuestro.

En diciembre de 1992 se aprueban las reformas a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, en mayo de este año se expide su reglamento a fin de permitir la participación de los particulares, la energía eléctrica producida por las empresas privadas se venderá de forma exclusiva a CFE, única entidad autorizada para proporcionar este servicio. En esos años se tiene un ajuste macroeconómico al tenerse la apertura comercial, tiene lugar en el inicio del cambio estructural y la política de ingresos que afectan los niveles de bienestar social, por lo que se tiene un mayor desarrollo económico y la movilidad de mano de obra. El período de cambio estructural y orientación al libre mercado. Al tener una economía abierta e integración de un bloque comercial se desea la estabilización macroeconómica y el buen manejo de la paridad al igualar los costos externos con los costos internos.

1.3.1 Cambios en la situación energética de México

En 1960 con la adquisición de la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz (denominación que adquirió The Mexican Light and Power Co.) y sus filiales, la nación que adquirió The Mexican Light and Power Co.) y sus filiales, el gobierno adquiere 19 plantas generadoras, que abastecían al Distrito Federal, y a los estados de Puebla, México, Michoacán, Morelos e Hidalgo. Este mismo año el Presidente Adolfo López Mateos envió al senado el proyecto de reforma al Artículo 27 constitucional, el cual fue aprobado y publicado en el Diario Oficial el 23 de diciembre de 1960, quedando a partir de ese momento, consumada jurídica y financieramente la nacionalización de la industria eléctrica. *Fragmento del decreto, párrafo sexto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos: "Corresponde exclusivamente a la nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines".*

Entre 1960 y 1970, se quintuplica la capacidad instalada del país, al igual que la generación de energía eléctrica; en 1963 Se cambia la denominación social del organismo al de Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A. La industria eléctrica nacionalizada quedó constituida por La Compañía de Luz y Fuerza del Centro y sus subsidiarias, las Empresas Eléctricas Nafinsa y la CFE con sus 19 afiliadas. Se compran las empresas del norte del país que distribuían energía de importación. La política de subsidios que se aplico a la CFE, causa la falta de modificación de las tarifas al ritmo de crecimiento del costo de vida. Hasta 1973, se revisan para aliviar el déficit de la CFE. De 1960 a 1980 la industria eléctrica mexicana, amplió, de forma sostenida su capacidad instalada a una tasa

anual acumulativa de 9.7%, uno de los ritmos de crecimiento más altos entre los países en vías de desarrollo.

En concordancia con la evolución de la planta productora de electricidad, en 1980, la quema de combustibles originó el 73% de la producción bruta de electricidad que en ese año llegó a 61.8 TWh. Los derivados del petróleo, sobre todo el combustóleo sustentaron el crecimiento de la generación mientras que el gas natural perdió la importancia relativa que tenía en 1970 al caer su participación en el consumo de combustibles de las centrales de 39% a cerca de 23% en 1980. En 1993 las demandas de la creciente población y el medio rural, fueron determinando la necesidad de que el estado interviniera para dictar las medidas administrativas a fin de que se creara un organismo que proporcionara los servicios de energía eléctrica dando un sentido social y más moderno a la electrificación. El 9 de febrero de 1994 se crea por decreto presidencial el organismo descentralizado Luz y Fuerza del Centro, con personalidad jurídica y patrimonio propio; a continuación se encuentran las Características del Sistema de Potencia administrado por LFC:

Centrales Generadoras	19 Plantas
	53 Unidades
	871.3 MW
Capacidad de transformación	20,212 MVA
Subestaciones de potencia y distribución	177
Número de líneas de transmisión	213 (3,431 km)
Cables de 230 kV	22 (80 km)
Cables de 85 kV	20 (66 km)

La CFE ofrece el servicio de energía eléctrica en la mayor parte del país, con excepción del territorio administrado por LFC. En México es claro que el consumo de electricidad ha aumentado y el sector industrial es el de mayor importancia. Por ejemplo, el consumo de energía eléctrica en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México por sectores, en 1990 fue el siguiente:

PORCENTAJE	SECTOR
51.6%	INDUSTRIAS
16.6%	COMERCIOS
24.3%	HOGARES
7.9%	SERVICIOS PUBLICOS

En la tabla anterior se observa que el sector comercial e industrial consume aproximadamente el 70% de la generación eléctrica, debido a este porcentaje surge la necesidad de aplicar una serie de normas que regulen el diseño de la ingeniería eléctrica para salvaguardar la seguridad la seguridad del usuario y la economía en el consumo de energía.

1.4 Normalización en México

El diseño de instalaciones eléctricas debe hacerse dentro de un marco legal y normativo, un buen proyecto de ingeniería es una respuesta técnica y económicamente adecuada, que respeta los requerimientos de las normas, los estándares de calidad son de gran importancia en la actualidad y en todo momento son aplicables, para esto el ingeniero de proyecto debe preocuparse continuamente por ofrecer calidad en sus servicios, como lo menciona la primer norma, la norma A3-1987 ANSI/ASQC que establece que calidad es la totalidad de aspectos y características de un

producto o servicio que permiten satisfacer necesidades implícita o explícitamente formuladas. Existen diversas normas y homologaciones nacionales e internacionales, algunas obligatorias y otras que se consideran como referencia, estas últimas consideradas así por ser el resultado de experiencia y pueden servir de apoyo a los proyectistas en aspectos específicos, de esta manera las normas y organismos que las regulan han proliferado en los últimos años en consecuencia del proceso de globalización y son cada vez más amplios.

ANSI:	American National Standard Institute.
NEMA:	National Electric Manufactures Association.
ASTM:	American Society of Testing Materials.
NMX-J-118:	Norma Mexicana para Equipo Eléctrico.
NFPA	National Fire Protection Association.
NEC	National Electrical Code.
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers.
IPCEA	Insulated Power Cable Engineer Association.
NOM-001-SEDE-1999	Norma Oficial Mexicana relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica.

Para el caso de México existe la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones Eléctricas (utilizada) publicada en el Diario Oficial de la Federación, el lunes 27 de Septiembre de 1999, la cual entró en vigor a los seis meses posteriores a su publicación. La Norma Oficial Mexicana fue armonizada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas (CCNNIE) con el apoyo del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM) y de la Asociación Nacional de Normalización y Certificación del Sector Eléctrico (ANCE), bajo la coordinación de la Dirección General de Gas L.P. y de instalaciones Eléctricas de la Secretaría de Energía, y consultando trabajos, propuestas, comentarios y colaboraciones de diversas instituciones miembros del CCNNIE:

NOM-001-SEDE-1999

La Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones Eléctricas (utilizada), en lo posterior NOM-001-SEDE-1999, (por caso práctico), considera los siguientes títulos desarrollados para su óptima aplicación:

TITULO 1	Objetivo
TITULO 2	Campo de aplicación
TITULO 3	Referencias
TITULO 4	Especificaciones (Capítulos 1 al 10 y Apéndices A,B y C)
TITULO 5	Lineamientos para la aplicación de las especificaciones de la NOM
TITULO 6	Vigilancia
TITULO 7	Concordancia con las normas internacionales
TITULO 8	Bibliografía

En el presente estudio de Desarrollo de Proyectos, se explicará con detalle la aplicación del o los artículos que se llegasen a necesitar en el desarrollo de cálculos y criterios aplicables, por lo tanto en el presente capítulo sólo se mencionarán, su objetivo y el campo de aplicación de la NOM-001-SEDE-1999.

Objetivo:

El objetivo de esta NOM es establecer las disposiciones y especificaciones de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades en lo referente a protección contra choque eléctrico, efectos térmicos, sobrecorrientes, corrientes de falla, sobretensiones, fenómenos atmosféricos e incendios, entre otros. El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta NOM garantizará el uso de la energía eléctrica en forma segura.

Campo de aplicación

Esta NOM cubre a las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica en:

- a) Propiedades industriales, comerciales, residenciales y de vivienda, institucionales, cualquiera que sea su uso, públicas y privadas, y en cualquiera de los niveles de tensiones eléctricas de operación, incluyendo las utilizadas para el equipo eléctrico utilizado por los usuarios, instalaciones en edificios utilizados por las empresas suministradoras, tales como edificios de oficinas, almacenes, estacionamientos, talleres mecánicos y edificios para fines de recreación.
- b) Casas móviles, vehículos de recreo, edificios flotantes, ferias, circos y exposiciones, estacionamientos, talleres de servicio automotriz, estaciones de servicio, lugares de reunión, teatros, salas y estudios de cinematografía, hangares de aviación, clínicas y hospitales, construcciones agrícolas, marinas y muelles entre otros.
- c) Plantas generadoras de emergencia o de reserva propiedad de los usuarios.
- d) Subestaciones, líneas aéreas de energía eléctrica y de comunicaciones e instalaciones subterráneas.
- e) Cualesquiera otras instalaciones que tengan por finalidad el uso de la energía eléctrica.

Para el buen desarrollo de un proyecto es necesario una buena planeación y además respetar las normas de construcción de cada lugar donde se implementará. En todo proyecto se deben de plantear los objetivos, y para lograrlos, se debe conocer la forma de llevarlos a cabo, conociendo la forma de presentación de planos, especificaciones del proyecto, impacto ambiental y los trámites para la contratación del servicio eléctrico con la compañía suministradora, de estos temas se hablarán en el siguiente capítulo.

Capítulo II Alcances del proyecto y trabajo interdisciplinario

Los requisitos básicos para una instalación eléctrica los planea y diseña el arquitecto en cooperación con los ingenieros consultores, cuando los arquitectos diseñan los edificios, los ingenieros planean, diseñan y disponen de los diversos servicios que se incluyen en los edificios que comprenden instalaciones tales como hidrosanitarias, calefacción, refrigeración, ventilación y los sistemas correspondientes al ramo eléctrico, todos necesarios para obtener los propósitos deseados. En este momento el ingeniero eléctrico debe poder leer y comprender los planos y determinar que detalles tienen importancia para la instalación eléctrica.

2.1 Presentación de planos

La primera información con que dispone el Ingeniero Eléctrico para determinar las características del proyecto a realizar son los planos arquitectónicos, por lo general constan de un plano del terreno, planos separados para cada piso o nivel del edificio y los dibujos de elevación del frente y los lados. El plano del terreno muestra la ubicación del edificio sobre el terreno en que se construirá, ahí se señalan en donde se localizará la acometida del servicio eléctrico, los planos de los pisos muestran la ubicación de los accesos principales, cuartos de máquinas, áreas comunes, se indican las características de la ubicación de los ventiladores, extractores o se mencionan por medio de notas. Los planos de elevación del frente y laterales muestran la disposición y dimensiones de los lados del edificio.

Los datos obtenidos del estudio de planos arquitectónicos serán de gran utilidad para el diseño de los planos eléctricos, que en general están formados por:

- a) Planos de planta. Los dispositivos y equipos eléctricos están superpuestos sobre un fondo arquitectónico, por lo general para edificios de importancia los planos eléctricos se subdividen aún más en planos de iluminación, de energía y de sistemas auxiliares.
- b) Planos de conexiones. También llamado plano de alambrado, el diagrama de conexiones da instrucciones en lo que respecta a las conexiones entre las terminales de alambrado de diversos dispositivos y equipo. El plano de conexiones no pretende ilustrar los principios operacionales de los circuitos; más bien es utilizado por los electricistas durante la instalación y con frecuencia es presentado combinado con los planos de planta para simplificar la presentación de los mismos.
- c) Diagrama unifilar. Este es un plano simplificado del sistema que muestra las principales relaciones entre los equipos importantes.
- d) Plano de alimentadores verticales. Se muestra la relación física entre las diversas piezas de equipo o dispositivos y frecuentemente es utilizado para mostrar la relación vertical entre los pisos.

Características generales de presentación de los planos

Los planos que el Ingeniero Eléctrico presente deben cumplir con las consideraciones mínimas que a continuación se describen:

- Completa claridad, tanto del conjunto como los detalles para el plano correspondiente; para mayor claridad, el fondo arquitectónico puede estar atenuado o tener menor espesor de línea para que las características eléctricas sobresalgan.
- Las anotaciones o explicaciones deben ser claras y precisas con el tamaño adecuado de caracteres para su fácil lectura.
- Cada plano presentado debe contener la simbología necesaria para la comprensión de las instalaciones.
- No se deben mostrar en ningún momento instalaciones ajenas al proyecto eléctrico.
- Los planos deben ser presentados en una escala para permitir la comprensión de las instalaciones y detalles correspondientes.
- Cada plano debe presentar un pie de plano con las siguientes características:
 - Nombre, firma, número de registro del ingeniero responsable del proyecto eléctrico.
 - Ubicación de la obra; dirección y croquis de localización.

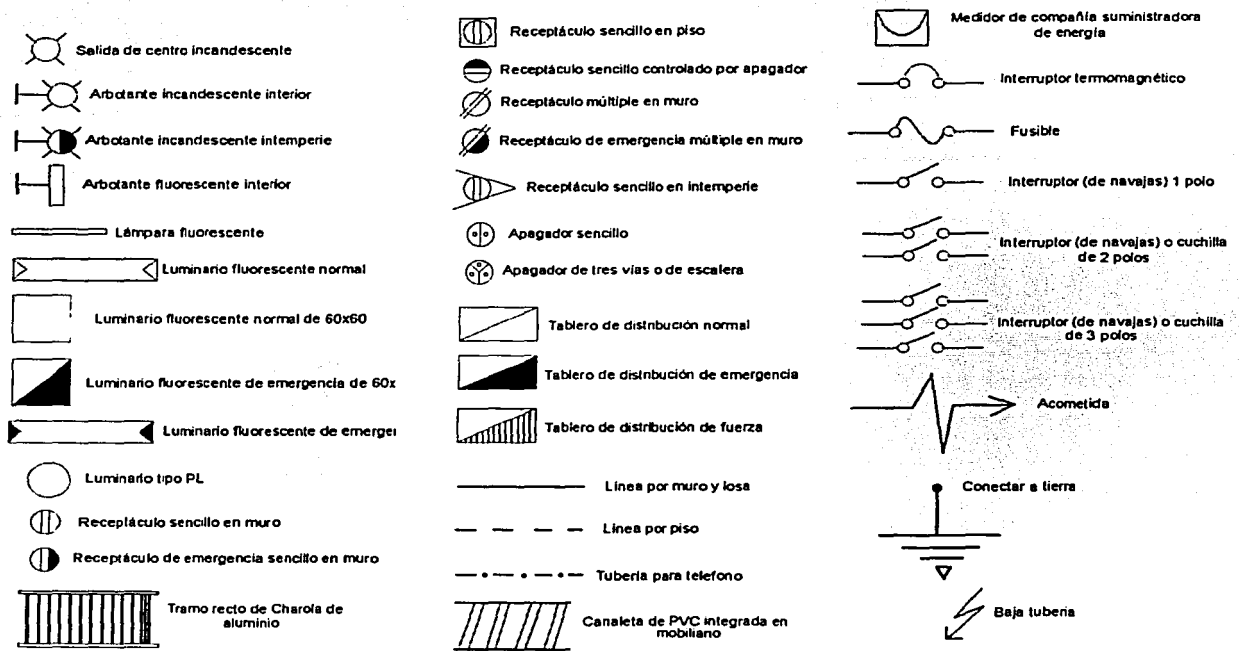
2.1.1 Especificaciones, simbología y notas

Las especificaciones que el proyecto eléctrico debe incluir mostrarán una lista detallada de los materiales a emplear tipo y número de catálogo del equipo, accesorios, canalizaciones, etc. Las especificaciones que cubren el proyecto eléctrico dan información del tipo de accesorio del techo y pared, calidad de los materiales, colores, acabado de los apagadores y contactos, estas hacen ver explícitamente que todo el trabajo se debe realizar de acuerdo con las normas aplicables en el momento de elaboración del proyecto. Los planos y especificaciones deben usarse juntos para obtener los resultados deseados.

Las notas serán presentadas de manera adecuada y clara cuando se requieran y deben estar presentes tanto en los planos originales como en las copias que se generen; pueden ser presentadas en el pie de plano o directamente junto a las salidas; tableros, centros de distribución, transformadores, interruptores, detalles de instalación, equipo mecánico y accesorios; los demás componentes para la esquematización de la instalación eléctrica requieren de símbolos eléctricos para su representación.

Simbología eléctrica

Con la finalidad de ilustrar de manera esquemática los distintos equipos, accesorios, canalizaciones y distintos aspectos necesarios para una presentación detallada del diseño eléctrico, se utilizan los símbolos gráficos que a continuación se presentan para el diseño del presente proyecto.



2.2 Especificaciones del proyecto de un edificio

El diseño de proyectos eléctricos para un edificio; independientemente del uso al que se destine, implica un análisis de necesidades y especificaciones que el Propietario y Arquitecto definen con anterioridad a la presentación con el Ingeniero Eléctrico; a continuación se presenta una lista previa de factores que intervienen en la planeación del proyecto eléctrico:

- Factores de ocupación. Tipo del uso u ocupación del edificio, número de ocupantes, aparatos eléctricos presentes o futuros a instalar o esperados en el edificio.
- Factores de costo. Si el edificio es de presupuesto austero, es de calidad promedio o si se trata de un edificio a todo lujo.
- Factores Arquitectónicos. Tamaño de edificio, número de pisos, altura de piso a piso, planta del edificio, elevaciones, etc.
- Entornos del edificio. Si el edificio es calentado, o sujeto a aire acondicionado, si los sistemas son centralizados o unitarios, etc.
- Criterios de iluminación. Nivel de iluminación y tipo predominante de fuentes luminosas a utilizar.
- Otros sistemas mecánicos. Necesidades de electricidad para agua fría, caliente, eliminación de aguas negras, equipo de protección contra incendio, etc.
- Equipo del edificio. Sistemas de transportación vertical, preparación de alimentos, equipo recreativo, equipo de procesamiento como computadoras y otros equipos de producción que necesiten energía eléctrica, etc.

2.3 Impacto ambiental

Con los nuevos requerimientos a escala nacional se ha generado la política ambiental que tiene como objetivo; preservación, restauración y mejoramiento del ambiente, la protección de áreas naturales, el aprovechamiento de recursos naturales y la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelos.

Además de cumplir con los requerimientos normativos ambientales, el ingeniero eléctrico debe asumir los siguientes compromisos referentes a protección:

- Proteger al ambiente como un asunto de prioridad para nuestra sociedad
- Tener conciencia del beneficio de la protección del ambiente para el desarrollo sustentable
- Aplicar en las acciones en pro del ambiente todos sus conocimientos

Las acciones derivadas de la responsabilidad que el Ingeniero Eléctrico asume; deben poner en práctica las siguientes consideraciones:

- Tomar en cuenta, en todas sus formas, las repercusiones ambientales de las obras y acciones que realice, debe buscar cuantificarlas a fin de asegurar que es favorable el balance de beneficios y costos, económicos y de otro tipo, internos y externos.
- Considerar que las normas nacionales de protección ecológica fijan el nivel mínimo de cuidado del ambiente, y que el Ingeniero Eléctrico debe ir más allá de ese mínimo cada vez que racionalmente se justifique.
- Colaborar con las autoridades en la materia a fin de desarrollar y mejorar las normas y la metodología de protección ambiental.
- Tomar en cuenta las opiniones de los grupos con intereses legítimos en los proyectos de que se trate.

De esta manera el Ingeniero Eléctrico transformara su comportamiento en hechos y acciones relativas a la protección de la calidad del aire, agua, suelo y a la conservación de la flora y fauna en todas las etapas de cada proyecto eléctrico.

2.4 Tipos de servicios eléctricos

Todo sistema eléctrico de potencia consiste de tres partes: generación, transmisión y distribución, de los tres, el sistema que más presupuesto demanda, es distribución; para este rubro se destina entre 50-60 % de la inversión total para el sistema de potencia. Los sistemas de distribución dependiendo de los métodos de operación, las estructuras de las redes y el equipo en uso se clasifican en cinco tipos de servicios.

Sistemas de distribución industriales

La distribución de energía para la industria de acero, del papel entre otras que son las de mayor consumo, su distribución es a tensiones más elevadas que las usuales, es decir, a 85 kV o mayores.

Sistemas de distribución comerciales

En este tipo de distribución se encuentran las instalaciones de grandes complejos comerciales, ejemplo: Torre Siglum, aeropuertos, supermercados etc., que en algunos casos se cuenta con plantas generadoras de emergencia que forman parte del sistema de alimentación.

Parques industriales

Es la distribución en mediana tensión a zonas industriales localizadas a las afueras de las ciudades, se deben de planear con gran flexibilidad porque tienden a expandirse, en especial en países de desarrollo. Estas redes son operadas por la compañía suministradora de cada región.

Sistemas de distribución urbanos y residenciales

Es la distribución en redes aéreas o subterráneas en zonas densamente pobladas, las cargas son considerables pero no comparable con cargas industriales, para zonas residenciales la carga es muy ligera y diferente a las urbanas, y también la compañía suministradora de la región es la encargada de brindar este tipo de servicio.

Distribución rural

Tiene la carga más baja y en ocasiones es alimentada a grandes distancias y eso representa un costo muy elevado, por esta razón es preferible generar la energía localmente al inicio de las redes de distribución. Estas cinco categorías de tipos de servicios en distribución la brinda la compañía en cada región, para los dos primeros servicios mencionados, el comercial e industrial; en algunas ocasiones es diseñada y operada por las empresas a las que pertenecen, las siguientes tres corresponden a las compañías que operan en cada zona, LFC y CFE.

2.5 La compañía suministradora

Las compañías suministradoras son encargadas de generar, transmitir, transformar, distribuir y comercializar energía eléctrica que tengan por objeto la prestación del servicio público, en determinada área de atención.

2.5.1 LFC

LFC es la encargada de la zona central del país, comprendida por el Distrito Federal, y parcialmente por los estados de México, Morelos, Hidalgo, Puebla y Michoacán, teniendo los siguientes objetivos:

Dar Confiabilidad al Sistema Eléctrico

Satisfacer la demanda de energía eléctrica en su Área de Influencia

Conformar una organización eficiente, competitiva y de calidad, administrada con modernos criterios empresariales

Contribuir al mejoramiento ambiental y promover el bienestar social en el marco de un desarrollo sustentable

Aplicar el desarrollo tecnológico y políticas de ahorro de energía



Tarifas Vigentes

En términos generales, las tarifas se aplican dependiendo de las características particulares del servicio que se considera.

Tarifa	Descripción	Tipo	Aplicación
7	Servicio Temporal	General	Servicio temporales en baja tensión para cualquier uso.
O-M	Ordinaria Media Tensión	General	Servicio General Media Tensión, demanda menor a 500 kW.
H-M	Horaria Media Tensión	General	Horaria en media tensión, demanda de 500 kW. o más.

2.5.1.2 Requisitos de alta para suministro de tipo comercial

- a) Nombre, denominación o razón social de usuario, y cuando proceda, copia del RFC (Registro Federal de Contribuyentes)
- b) Domicilio
- c) Número telefónico
- d) Carga y demanda a contratar
- e) Identificación personal con validez oficial del apoderado legal o carta poder en original y fotocopia
- f) Una fotocopia de la escritura constitutiva
- g) Una fotocopia del formato privado de compraventa, y de la escritura pública de la compraventa, en caso de ser propietario del inmueble, o en su caso, una fotocopia del contrato de arrendamiento
- h) En caso de instalaciones eléctricas para servicios de alta tensión o de suministros en lugares de concentración pública, certificación expedida por una Unidad de Verificación aprobada por la Secretaría de Energía
- i) Cheque o efectivo por le importe de depósito de garantía
- j) Depósito de garantía

2.5.1.3 Localidades para tramites

El tramite para la contratación de servicio se puede hacer en la sucursal correspondiente de la zona donde se encuentra el edificio, en este caso corresponde la sucursal Obregón; a continuación se mencionan los datos correspondientes.

Sucursal

No	Nombre	Dirección	Colonia	Estado	C. P.	Deleg / Mpio.	Teléfonos
07	Obregón	Av. Insurgentes Sur # 2073	San Ángel	Distrito Federal	01000	Álvaro Obregón	(01)5616-0298 (01)5616-0266

Cuentas especiales

Nombre	Dirección	Colonia	Estado	C.P.	Deleg / Mpio.	Teléfonos
Cuentas Especiales	Melchor Ocampo # 171 P.B.	Tlaxpana	Distrito Federal	11379	Miguel Hidalgo	(01)5140-0175 (01)5140-0062
Próxima Dirección	Av. Chapultepec # 478	Roma	Distrito Federal	06700	Cuauhtémoc	

Presupuestos y consumidores

Nombre	Dirección	Colonia	Estado	C. P.	Deleg / Mpio.	Teléfonos
Presupuesto a Consumidores	Marina Nacional esq. Tonantzin	Tlaxpana	Distrito Federal	11379	Miguel Hidalgo	(01)514-00158

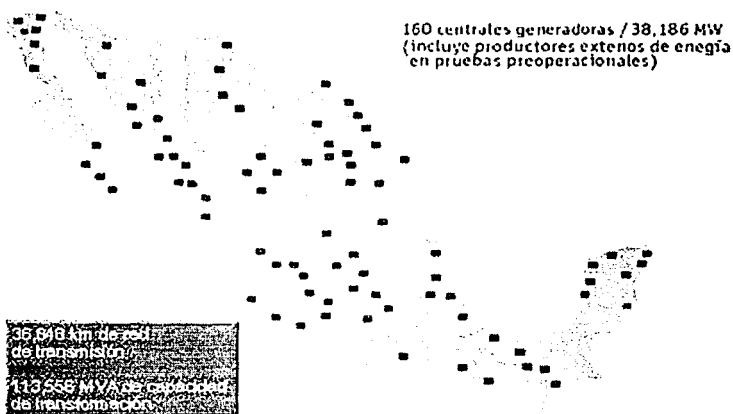
Cave destacar que la información presentada es exclusiva para la investigación en cuestión; así mismo la información correspondiente a CFE se presenta a manera de ejemplo.

2.5.2 CFE



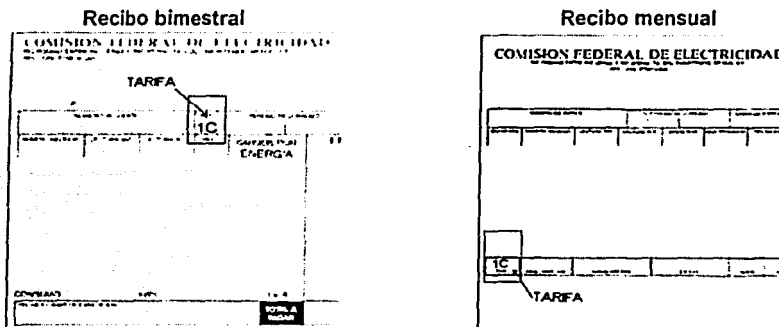
La CFE es la encargada del resto del país y es la empresa que genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica para 19.53 millones de clientes, lo que representa casi 80 millones de mexicanos. Cuenta con redes de transmisión y de distribución, integradas por las líneas de conducción de alta, media y baja tensión. La red de transmisión considera los niveles de tensión de 400, 230, 161 y 150 kilovolts (kV). Al finalizar el año 2001 esta red alcanzó una longitud de 36,271 km. La red de distribución la constituyen las líneas de subtransmisión con niveles de tensión de 138, 115, 85 y 69 kilovolts (kV); así como, las de distribución en niveles de 34.5, 23, 13.8, 6.6, 4.16 y 2.4 kV. Al concluir el año 2001, la longitud de estas líneas fue de 40,795 km. y 554,375 km., respectivamente.

CFE en cifras



2.5.2.2 Tarifas en Comisión Federal de Electricidad

Para mostrar la estructura y las cuotas que aplicarán para un servicio comercial en la jurisdicción de CFE, se necesita identificar la tarifa de suministro en el recibo de pago.



Tarifas Vigentes

En términos generales, las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica (2000 - 2001) se aplican dependiendo de las características particulares del servicio que se considera.

Tarifas domésticas

- Tarifa 1 (2000-2001)
Servicio doméstico
- Tarifa 1A (2000 - 2001)
Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 25 grados centígrados
- Tarifa 1B (2000 - 2001)
Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 28 grados centígrados
- Tarifa 1C (2000 - 2001)
Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 30 grados centígrados
- Tarifa 1D (2000 - 2001)
Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 31 grados centígrados.
- Tarifa 1E (2000 - 2001)
Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 32 grados centígrados.

Tarifas para servicios públicos

- Tarifa 5 (2000 - 2001)
Servicio para alumbrado público.
- Tarifa 5-A (2000 - 2001)
Servicio para alumbrado público
Esta tarifa sólo se aplicará al suministro de energía eléctrica para el servicio a semáforos, alumbrado y alumbrado ornamental por temporadas, de calles, plazas, parques y jardines públicos en todo el país exceptuándose las circunscripciones para las cuales rige la tarifa 5.
- Tarifa 6 (2000 - 2001)
Servicio para bombeo de aguas potables o negras, de servicio público

Tarifas Agrícolas

- Tarifa 9 (2000 - 2001)
Servicio para bombeo de agua para riego agrícola en baja tensión
- Tarifa 9M (2000 - 2001)
Servicio para bombeo de agua para riego agrícola en media tensión

Tarifas para servicio temporal

- Tarifa 7 (2000 - 2001)
Servicio temporal.

Tarifas generales en baja tensión

- Tarifa 2 (2000 - 2001).
Servicio general hasta 25 kW de demanda
- Tarifa 3 (2000 - 2001)
Servicio general para más de 25 kW de demanda

Tarifas generales en media tensión

- Tarifa O-M (2000 - 2001).
Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión, con demanda menor a 100 kW
- Tarifa H-M (2000 - 2001)
Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más

Tarifas generales en alta tensión

- Tarifa H-S (2000 - 2001)
Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión
- Tarifa H-SL (2000 - 2001)
Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión, para larga utilización.

- Tarifa H-T (2000 - 2001)
Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel transmisión
- Tarifa HT-L (2000 - 2001)
Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel transmisión para larga utilización.

Tarifas generales en servicio de respaldo

- Tarifa HM-R (2000 - 2001)
Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla y mantenimiento en media tensión.

Esta tarifa se aplicará para el servicio de respaldo para falla y mantenimiento a productores externos, suministrado en media tensión, con una demanda de 500 kilowatts o más, y que por las características de utilización de su demanda soliciten inscribirse en este servicio.

Tarifas generales en servicio interrumpible

- Tarifa I-15 (2000 - 2001).
Tarifa para servicio interrumpible.

Esta tarifa será aplicable a los usuarios de las tarifas H-S, H-T, H-SL y H-TL que soliciten inscribirse adicionalmente en este servicio y que tengan una demanda máxima medida en período de punta, semipunta, intermedio o base, mayor o igual a 10,000 (diez mil) kilowatts durante los tres meses previos a la solicitud de inscripción, la inscripción a este servicio tendrá vigencia mínima de un año.

2.6 La carga eléctrica y sus características

El diseño de proyectos eléctricos queda definido en relación con la utilización de variedad de sistemas y equipos que demandan energía eléctrica para consideración de diseño estas demandas se denominan cargas eléctricas.

2.6.1 Tipos de carga eléctrica

Para clasificar las cargas eléctricas hay diferentes criterios de los cuales destacan:

- Su localización geográfica
- El tipo de usuario
- Confiabilidad: dependencia de la energía eléctrica
- Efecto de la carga en el sistema eléctrico
- Por tarifas
- Cargas especiales

En general las instalaciones eléctricas atienden al tipo de usuario que es:

- **Residencial:** urbana central, urbana, semiurbana y rural, tiene menor densidad, si se compara con la industrial o comercial, esta decrece de urbana central a rural por esta razón no es muy justificable económicamente la inversión en zonas rurales pero se justifica desde el punto de vista social.
- **Carga comercial:** centros comerciales, áreas públicas y edificios comerciales, aquí la densidad de carga es mayor.
- **Carga industrial:** desde pequeña industria hasta grandes complejos comerciales, éstas cargas en general son de gran potencia y se contrata el servicio en alta.

El punto inicial para la solución de problemas relacionados con un proyecto eléctrico es la determinación de cargas eléctricas, ya que de esta se realizan las siguientes actividades:

- Selección de elementos conductores y transformadores
- Cálculo de la variación del voltaje
- Se determina la caída de tensión
- Selección de componentes de potencia reactiva
- Se establecen los sistemas de protección

Cálculo preliminar de la carga eléctrica

En esta sección se determinará el cálculo preliminar de la carga utilizando la información previa que el cliente y demás profesionales involucrados deben proporcionar al Ingeniero Eléctrico tal paquete de información debe incluir los siguientes requerimientos:

- Análisis de las necesidades del proyecto eléctrico, en este caso, edificio de oficinas, ver inciso anterior 2.2: especificaciones del proyecto de un edificio.
- Planos o ubicación del equipo de fuerza eléctrica tal como sistemas de transportación (elevadores, escaleras eléctricas, etc.), sistemas de bombeo (Planta de tratamiento de aguas, agua potable, aguas negras, agua fría, sistemas de protección contra incendio, etc.) y sistemas de aire acondicionado.
- Definición de la carga eléctrica de cada uno de los equipos del sistema de fuerza.
- Factor de carga, se define como la relación entre la demanda promedio en un intervalo dado y la demanda máxima que se observa en el mismo intervalo; indica el grado en que el pico de carga perdura un periodo que en una curva de carga comercial es de aproximadamente 0.7.
- Factor de demanda, se define como la demanda en un intervalo dado de un sistema o es la demanda máxima de carga en un intervalo dado en relación con la carga total instalada, es un numero adimensional y generalmente menor que uno.

Iluminación

El diseño de la iluminación es en general un proyecto conjunto del Arquitecto y el Ingeniero Eléctrico o directamente de este último, en la mayoría de los casos la iluminación ocupa más carga eléctrica que los demás sistemas. La NOM-001-SEDE-1999 en su artículo 220-3(b) indica la carga mínima de alumbrado por cada metro cuadrado de superficie del piso para edificios indicados en la misma, esta tabla ayuda al cálculo preliminar de alumbrado y receptáculos de las áreas de los edificios indicados.

Tabla 220-3(b) Cargas de alumbrado general por uso de edificio (Fragmento)

Uso de edificio	Carga unitaria (VA/m ²)
Almacenes	2,5
Bancos	35**
Clubes	20
Colegios	30
Cuarteles y auditorios	10
Edificios de oficinas	35**
Edificios industriales y comerciales	20
Estacionamientos públicos	5
Hospitales	20
Juzgados	20
Peluquerías y salones de belleza	30
Restaurantes	20
Tiendas	30
Unidades de vivienda*	30
En cualquiera de las construcciones anteriores excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares:	10
Lugares de reunión y auditorios	5
Recibidores, pasillos, armarios, escaleras	2,5
Lugares de almacenaje	
* Todas las salidas para receptáculos de uso general de 20 A nominales o menos, en unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares y en las habitaciones de los clientes de hoteles y moteles (excepto las conectadas a los circuitos de receptáculos de corriente eléctrica especificados en 220-4(b) y (c)), se deben considerar tomas para alumbrado general y en tales salidas no son necesarios cálculos para cargas adicionales.	
** Además se debe incluir una carga unitaria de 10,75 VA/m ² para salidas receptáculos de uso general cuando no se sepa el número real de este tipo de tomas.	

Receptáculos

La carga eléctrica en receptáculos es aquella que demandan equipos de oficina, equipos de servicio, luces portátiles y equipos en áreas de control, audio y vídeo; con la proliferación de los aparatos eléctricos esta demanda se ha incrementado para edificios de oficinas y comercios. El artículo 220-3(c) de la NOM-001-SEDE-1999, menciona "En todas las construcciones, la carga mínima de cada salida de uso general y receptáculos y salidas no utilizadas para alumbrado general, no deben ser inferiores a lo siguiente: 180 VA por salida. Para salidas en receptáculos, cada receptáculo sencillo o múltiple instalado en el mismo puente se debe considerar a no-menos de 180 VA"

Equipo de fuerza.

La carga eléctrica necesaria para el equipo de fuerza varía de acuerdo a las características arquitectónicas del edificio, para efectos del cálculo preliminar de la carga eléctrica se solicitan datos del consumo de energía de los ingenieros del diseño mecánico y si es requerido se actualizan de acuerdo al avance del proyecto.

El equipo de fuerza que incluye el edificio de oficinas en cuestión es:

- Equipo de aire acondicionado
- Equipo de ventilación
- Equipo de bombeo
- Equipo de transportación vertical

Esta carga varía tanto en capacidad como en formas de operación y es de vital importancia que el Ingeniero Eléctrico tenga conocimiento previo del funcionamiento y operación de los mismos. En base a la experiencia de diagnóstico energético en edificios de diversos tipos en la zona metropolitana de la Ciudad de México se han encontrado los siguientes porcentajes promedio: iluminación 50%, receptáculos 12% y para equipos de fuerza un 38%.

A continuación se muestra una tabla que indica la carga eléctrica preliminar de la Torre Siglum.

Carga preliminar en Torre Siglum	
Servicios normales	
Alumbrado y receptáculos	218000 watts
Servicios generales	124000 watts
Servicios en sótanos	22000 watts
Servicios en azotea	1100000 watts
Servicios de Emergencia	
Alumbrado y receptáculos	66000 watts
Servicios generales	228000 watts
Servicios mecánicos y de transporte	195000 watts

Capítulo III Red principal de alimentación eléctrica

La red principal de alimentación es la base del sistema eléctrico, ya que esta suministra la potencia necesaria a los distintos grupos de cargas que ofrecen servicios a sistemas de ventilación, de agua potable, de seguridad, de iluminación y receptáculos.

3.1 Acometida

Es el punto de partida del diseño del sistema eléctrico, ya que suministrará la energía a la red de alimentación eléctrica del edificio, la acometida comprende un conjunto de secciones que hacen posible el paso de la energía eléctrica hacia el inmueble en cuestión, ya sea habitacional, comercial o industrial; en alta o en baja tensión ofrecida por la compañía suministradora; en forma subterránea o aérea; la Torre Siglum recibe el servicio eléctrico en media tensión 23 kV, 3F, 3H mediante una transición aéreo-subterránea.

La acometida del servicio; esta compuesta por conductores tipo XLP servicio 23 [kV] para un voltaje de media tensión que se localiza desde el poste de distribución de la compañía suministradora y el punto de conexión localizado en la subestación principal propiedad de LFC en la Torre Siglum. Los conductores comprendidos desde el punto de acometida hasta el medio de desconexión de la acometida, son definidos, conductores de acometida, según la NOM-001-SEDE-1999 en su Art. 100, están conformados por el cable XLP, desde su punto de conexión a la línea aérea así como su trayectoria subterránea hacia el medio de desconexión ubicado en la subestación principal dentro del edificio.

3.2 Características del alimentador principal

Los Conductores eléctricos deben ser de material que ofrezca poca resistencia al flujo de electricidad, la diferencia entre un conductor y un aislante, el cual es un mal conductor de electricidad o de calor, es de grado más que de tipo, ya que todas las sustancias conducen electricidad en mayor o en menor medida. La mayoría de los alimentadores empleados en las instalaciones eléctricas son de cobre o de aluminio, debido a su buena conductividad.

Es práctica común en México, emplear el sistema de calibración de conductores denominado American Wire Gage (AWG), sin embargo deberán manejarse las dimensiones de la sección transversal en milímetros cuadrados (mm^2) para estar de acuerdo a lo estipulado por la NOM-001-SEDE-1999; el artículo 100 define los tipos de conductores que a continuación se citan:

Conductor aislado: Conductor rodeado de un material de composición y espesor reconocidos por esta NOM como aislamiento eléctrico.

Conductor cubierto: Conductor rodeado de un material de composición o espesor no reconocidos por esta NOM como aislamiento eléctrico.

Conductores de acometida: Conductores comprendidos desde el punto de acometida hasta el medio de desconexión de la acometida.

Conductores de entrada de acometida, sistema aéreo: Conductores de acometida comprendidos entre las terminales del equipo de la acometida y un punto comúnmente fuera del edificio, y separado de sus paredes, donde se unen por derivación o empalme a la bajada de la acometida aérea.

Conductores de entrada de acometida, sistema subterráneo: (lateral) Conductores de acometida comprendidos entre las terminales del equipo de la acometida y el punto de conexión con la acometida lateral.

Conductor del electrodo de puesta a tierra: Conductor utilizado para conectar el electrodo de puesta a tierra al conductor de puesta a tierra del equipo, al conductor puesto a tierra o a ambos, del circuito en el equipo de acometida o en la fuente de un sistema derivado separado.

Conductor desnudo: Conductor que no tiene ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico.

Conductor de puesta a tierra: Conductor utilizado para conectar un equipo o el circuito puesto a tierra de un sistema de alambrado al electrodo o electrodos de puesta a tierra.

Conductor de puesta a tierra de los equipos: Conductor utilizado para conectar las partes metálicas no-conductoras de corriente eléctrica de los equipos, canalizaciones y otras envolventes al conductor del sistema puesto a tierra, al conductor del electrodo de puesta a tierra o ambos, en conductores de modo que se supere el límite de temperatura de cualquier conductor con respecto al tipo de circuito, método de alambrado aplicado o número de conductores.

Los principales determinantes de la temperatura de operación de los conductores son:

- La temperatura ambiente puede variar a lo largo del conductor y con el tiempo
- El calor generado interiormente en el conductor por el paso de la corriente eléctrica, incluidas las corrientes fundamentales y sus armónicas.
- El factor de disipación del calor generado al medio ambiente, el aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores, puede afectar ese factor de disipación.
- Conductores adyacentes que transportan carga, los conductores adyacentes tienen el doble efecto de elevar la temperatura ambiente y de impedir la disipación de calor.

Identificación de los conductores

La correcta identificación de los conductores permite un diseño seguro y ordenado, facilita labores de mantenimiento preventivo y correctivo, considerar la aplicación de la NOM-001-SEDE-1999 es precedente de un proyecto profesional; a continuación se citan los párrafos correspondientes:

- a) Conductores puestos a tierra, los conductores aislados, de tamaño nominal de 13,3 mm² (6 AWG) o más pequeños, diseñados para usarse como conductores puestos a tierra en circuitos, deben tener una identificación exterior de color blanco o gris claro.
- b) Conductores de puesta a tierra, se permite instalar conductores de puesta a tierra desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra, cubiertos o aislados individualmente, deben tener un acabado exterior continuo verde o verde con una o más franjas amarillas.
- c) Conductores de fase deberán ser marcados con colores diferentes de tal manera que puedan ser distinguidos de los conductores puestos a tierra y los de puesta a tierra de equipos.

3.2.1 Selección de alimentador general

Para su selección se involucran distintas variables tales como; características de instalación, condiciones atmosféricas, distancia al centro de carga, canalización empleada, capacidad de conducción de corriente y caída de tensión que involucra la selección del alimentador.

Selección por ampacidad

Las capacidades de conducción de corriente para conductores de 0 – 2000 V nominales se especifican en las tablas 310-16 a 310-19 de la NOM-001-SEDE-1999 que se presentan en el anexo 1, para llevar a cabo la correcta selección se deben considerar los siguientes factores: carga eléctrica, voltaje, longitud del alimentador y temperatura ambiente. Es permitido calcular la capacidad de conducción de corriente de los conductores como se menciona a continuación: Para las capacidades de conducción de corrientes calculadas no se tiene en cuenta la caída de tensión eléctrica. Para los circuitos de alimentación y los circuitos derivados, los conductores deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la carga máxima que alimentan.

Las tablas 310-16 a 310-19 son para usarse en la selección del tamaño nominal de los conductores con las cargas calculadas de acuerdo con el artículo 220 de la NOM-001-SEDE-1999, la capacidad de conducción de corriente permanentemente admisible es el resultado de tener en cuenta uno o más de los siguientes factores:

- La temperatura ambiente alrededor de los conductores, sobre todo en los puntos de conexión
- La coordinación con los dispositivos de protección contra sobrecorriente y corto circuito de la instalación
- El cumplimiento de los requisitos del producto de acuerdo con su norma específica correspondiente
- El cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por las prácticas industriales y procedimientos normalizados
- Caída de tensión, tomando en cuenta que la máxima caída permitida es de 5%, desde el punto de acometida hasta la última salida. Esto puede ser dividido de la siguiente manera:
 - Caída de tensión en alimentadores generales 2 %
 - Caída de tensión en circuitos derivados 3%

Existen varios tipos de aislamientos y tamaños de conductores, los cuales están especificados por nomenclaturas, la tabla 310-13 contenida en el anexo 1 nos da una explicación más detallada de estas.

Factores de ajuste

Otro de los factores que afectan la ampacidad de los conductores, es el factor de agrupamiento, el cual debe ser considerado cuando en una canalización o cable existan más de tres conductores activos por lo que se debe aplicar un factor de ajuste a la capacidad de conducción de corriente, la cual se afecta como se indica en la siguiente tabla. Un conductor activo, es aquel conductor que transporta corriente, ya sea para alimentación, retorno o desbalance, (en circuitos de 3 fases 4 hilos

y 2-fases 3 hilos). El conductor de puesta a tierra no se considera como conductor activo, ya que solamente transporta corriente en caso de una falla.

Número de conductores activos	Por ciento de valor de las tablas ajustado para la temperatura ambiente si fuera necesario
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
41 y más	35

Si las capacidades nominales o el ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no corresponden con las capacidades nominales permitidas para esos conductores, se permite tomar los valores inmediatamente superiores.

3.3 Subestación eléctrica

Definición

Es el conjunto de elementos que sirven para alimentar el servicio eléctrico de media tensión, a un local con una demanda grande de energía para transformar tensiones y derivar circuitos de potencia y así obtener alumbrado, fuerza, aire acondicionado y otros servicios, no obstante su elevado costo, son convenientes al usuario, debido a que las cuotas de consumo, medidas en alta tensión, son mucho más económicas que cuando los servicios son suministrados por la empresa (LFC) en baja tensión, por lo cual, el gasto inicial es recuperado en poco tiempo, quedando un ahorro permanente al cliente.

3.3.1 Subestaciones Compactas o unitarias, servicio 23 [kV]

Actualmente, las subestaciones de tipo abierto para interiores han pasado a la historia y han dado paso a la construcción de subestaciones compactas o también, llamadas unitarias, dentro de las cuales se disponen los aparatos y accesorios, los gabinetes para subestaciones deben estar diseñados bajo la observación de los lineamientos de las normas oficiales en vigor NOM- J-68-1981. Estos equipos aseguran la continuidad en el servicio, debido a que pueden transformar la tensión de suministro de las redes de distribución en media tensión permitiendo una regulación más estable en sus circuitos secundarios de utilización; a continuación se describe, las partes de una subestación compacta o unitaria pueden ser las siguientes:

- Sección A. Celda de medición, está destinada al equipo de medición de la empresa que suministra el servicio, el cual es alojado con las líneas alimentadoras.
- Sección B. Cuchilla intermedia o de paso, en esta sección se alojan las cuchillas de prueba.
- Sección C. Celda de seccionador con o sin apartarrayos, es para alojar el interruptor.
- Sección D. Celda de acoplamiento a transformador
- Sección E. Transformador de distribución o de potencia.
- Sección F. Celda de transición para acoplar los gabinetes de baja tensión.
- Sección G. Celda de acometida.

Las subestaciones compactas pueden ser instaladas en cualquier proyecto que requiera el uso de energía eléctrica de las redes de distribución de media tensión de las compañías suministradoras, por lo que son aplicables en plantas industriales, grandes complejos, hospitales, edificio corporativos, centros comerciales, bancos, etc., ya sea como subestación de acometida principal o derivada.

3.3.1.1 Celda de medición

Es la celda destinada al equipo de medición de la compañía suministradora diseñada con el espacio adecuado a las normas de Luz y Fuerza del Centro y Comisión Federal de Electricidad, para alojar su equipo de medición.

3.3.1.2 Cuchilla de paso

Es una cuchilla de un tiro tripolar de operación sin carga y en grupo. La capacidad nominal es de 400 A, para una tensión de operación de 23 kV. Las cuchillas se instalan entre dos celdas en la parte superior por lo que puede utilizarse entre la celda de medición y la celda de seccionador principal para aislar la subestación de la alimentación cuando se requiera trabajos de mantenimiento, o puede ser utilizada como acometida de la compañía suministradora cuando no se requiera celda de medición o cuando se trate de una subestación derivada sin medición (es necesario adicionar una celda de acometida). Se emplea una cuchilla tripolar, la cual puede ser accionada por medio de una palanca exterior que se localiza al frente en la parte superior para poder colocar la palanca y colocar la cuchilla primero se debe de abrir una puerta, así se evita que personal no capacitado realicen maniobras inadecuadas.

El Art. 924-2 de la NOM-001-SEDE-1999. Medios de desconexión general. Menciona que: "Toda subestación de acometida debe tener en el lado primario (acometida), un medio de desconexión general. El medio de desconexión general debe ser de operación simultánea para las subestaciones compactas."

3.3.1.3 Celda de seccionador

Esta celda aloja al seccionador de carga tripolar de un tiro operación en grupo para operación con carga, este seccionador es de acuerdo a la tensión de la línea de distribución en media tensión, la finalidad principal es la protección contra corto circuito, la cual se logra a través de los fusibles de alta tensión y alta capacidad interruptiva, protege la línea contra operación monofásica o bifásica gracias a un mecanismo percutor, el cual desconecta automáticamente las tres fases cuando se funde un fusible. Su operación se realiza por medio de un accionamiento de disco desde el exterior de la celda, un seguro mecánico evita abrir la puerta si no está desconectado el seccionador para evitar accidentes. Cuando se instala en una celda principal, debe de incluir tres apartarrayos los cuales se montan en la parte posterior del seccionador. Los apartarrayos son del tipo de óxido de zinc, para redes con neutro conectado a tierra o aislado; en la celda para seccionador derivado, no se instalan apartarrayos.

3.3.1.3.1 Fusibles de alta tensión y alta capacidad interruptiva

También llamados fusibles limitadores de corriente, protegen a los equipos de los efectos mecánicos y térmicos de corto circuito, pueden ser utilizados en redes eléctricas para interiores con frecuencias de 40 a 60 Hz. Pueden ser instalados sobre bases, soportes o utilizados en los seccionadores de operación con carga, en combinación estos últimos crean un medio de conexión y desconexión económica y confiable. La función principal de estos fusibles es la de fundirse con corrientes de sobre carga y corto circuito aislando la carga, reduciendo esfuerzos mecánicos y térmicos en aisladores, conductores, soportes, barras y equipos eléctricos durante la falla, la corriente de impacto de corto circuito nunca llega a alcanzarse debido a la rapidez con que opera el fusible.

Sistema percutor

Los fusibles de alta tensión cuentan con un dispositivo de disparo (sistema percutor) accionado por un mecanismo de energía almacenada mediante un resorte precomprimido, que opera con una fuerza de 120 N (12 kgf) y un recorrido de 35 mm., suficiente para accionar el mecanismo de disparo del seccionador. Cuando se instalan subestaciones eléctricas compactas, como la instalada en la Torre Siglum, generalmente el proveedor del equipo coordina la protecciones de la subestación, en base a los datos que le sean suministrados para su fabricación (voltajes de operación, altitud, etc.).

Otra forma de seleccionar los fusibles de las subestaciones, es basándose en el art. 450-3 de la NOM-001 SEDE 1999, en ella se indican los valores de ajuste de las protecciones de los transformadores (en base a su corriente nominal), en sus lados primarios y secundarios, tomando como referencia el voltaje de operación en ambos lados, impedancia y lugar de su instalación.

Transformadores de más de 600 V

Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente					
Primario			Secundario		
Más de 600 V			Más de 600 V		600 V o menos
Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático o capacidad del fusible
No-más del 6% Más del 6% y no más del 10%	600%	300%	300%	250%	125%
	400%	300%	250%	225%	125%

Transformadores de más de 600 V en lugares supervisados

Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente					
Primario			Secundario		
Más de 600 V			Más de 600V		600 V o menos
Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático o capacidad del fusible
No-más de 6% Más de 6% y no más de 10%	600%	300%	300%	250%	250%
	400%	300%	250%	225%	250%

La selección de fusibles se debe de hacer de acuerdo a la NOM-001-SEDE-1999 y al equipo que se desea proteger ya que el criterio de selección es distinto para cada aplicación, en cualquier caso los datos mínimos que se requieren son:

- Tensión Nominal de la Red
- Capacidad interruptiva
- Altitud de la instalación
- Corriente Nominal del Fusible
- Coordinación con otras protecciones
- Tipo de servicio, interior o intemperie
- Temperatura ambiente

3.3.1.3.2 Apartarrayos

Los apartarrayos empleados en subestaciones compactas, son del tipo oxido de zinc y su trabajo consiste en limpiar las frecuentes apariciones de sobretensiones dañinas que pueden ser originadas por:

- a) Descargas atmosféricas, que casi siempre tienen su origen en las tormentas, o por fenómenos transitorios de campos eléctricos
- b) Por las sobretensiones que provocan por influencia de otras redes
- c) Sobretensiones que pueden originarse dentro, debido a cortos circuitos, retirar carga o líneas de servicio en vacío y en otras ocasiones al establecerse contactos a tierra

Funcionamiento de los apartarrayos

Si la sobretensión que se presenta en el descargador sobrepasa los valores de reacción válidos para el mismo, reacciona éste, es decir, los explosores de extinción son cortocircuitados en el lugar de reacción por arcos voltaicos. Debido a la reacción de todos los explosores de extinción del descargador, se establece la unión entre el conductor a tierra a través de los discos de resistencia. Las resistencias son dependientes de la tensión, a fin de mantener reducida la caída de tensión en el descargador (tensión residual), incluso cuando las intensidades de descarga son máximas. La resistencia es relativamente alta a la tensión de servicio y al aumentar la sobretensión desciende con mucha rapidez a valores reducidos. Al disminuir la sobretensión, aumenta rápidamente la resistencia, la cual limita la intensidad posterior, por el hecho de que los explosores de extinción son del tipo de tobera y tienen una gran capacidad de extinción. La tensión de reacción permanece casi invariable debido al efecto de desplazamiento del arco.

En caso de que el descargador, a pesar de su gran capacidad de absorción de energía, se sobrecargue, es decir, en el supuesto de que los explosores no estén en condiciones de extinguir la intensidad posterior, debida al arco, se produce en el descargador un aumento inadmisibles de la presión, la cual hace que actúe el fusible de sobrecarga antes de que pueda deteriorarse la envolvente de porcelana. Por la forma de platillo inversor, los chorros calientes de gas que salen del interior bajo presión a alta velocidad son desviados hacia arriba. El arco de cortocircuito salta entonces de nuevo entre el platillo inversor y la cubierta superior, en la atmósfera caliente muy ionizada, y arde a una distancia prudencial de la envolvente de porcelana, de modo que se evita también una destrucción térmica secundaria de esta última.

La NOM-001-SEDE-1999 en el Art. 924-10, hace referencia a la instalación de dispositivos de protección contra sobrecorriente; que dice "Toda subestación debe tener en el lado primario, un dispositivo general de protección contra sobrecorriente para la tensión eléctrica y corriente del servicio, referentes a la corriente de interrupción y a la capacidad nominal o ajuste de disparo, respectivamente".

En subestaciones con dos o más transformadores, o en subestaciones receptoras con varias derivaciones para transformadores remotos u otras cargas, se debe contar con un dispositivo de protección contra cortocircuito en cada conductor de fase.

3.3.1.4 Celda de acoplamiento a transformador

Esta celda es adecuada para el acoplamiento directo del transformador a la subestación, contiene en su interior las soleras de cobre necesarias para la conexión del transformador, apoyadas en aisladores de resina sintética, diseñados a la tensión nominal del sistema, esta celda puede ser situada a la derecha o izquierda de la subestación de acuerdo a las necesidades del proyecto.

3.3.2 Criterios de selección

El criterio primordial es que toda subestación cumpla con lo requerido por el Art. 924 de la NOM-001-SEDE-1999 correspondiente a subestaciones a fin de garantizar una correcta operación del equipo, cabe mencionar que en el mercado existe una amplia variedad de opciones y cada subestación cuenta con variantes que las hacen más prácticas, cómodas y de fácil monitoreo pero es labor del Ingeniero seleccionar aquella que satisfaga el requerimiento del Cliente a través de la vía mas eficiente y económica, a continuación se mencionarán algunas características de los componentes principales de subestaciones compactadas consideradas en el proyecto para la Torre Siglum,

- a) Desconectores bajo carga en aire, con fusibles limitadores de corriente de alta capacidad interruptiva
- b) Cuchillas seccionadores de operación sin carga
- c) Apartarrayos de óxido de zinc clase distribución
- d) Luz interior
- e) Bloqueo de chapa

Características técnicas de una subestación compacta para una tensión de suministro de 23 kV.

	Tensión nominal 23 kV
Tensión máxima de servicio [kV]	25,8
Corriente nominal [A]	400
Frecuencia nominal [Hz]	60
Tensión auxiliar para circuito de control [V]	125
Tensión auxiliar para circuito de calefacción [V]	120
Barras colectoras	Cobre
Dimensión barras colectoras [cm]	6,35 x 25,4
Barra de tierra	cobre
Dimensión de barra de tierra [cm]	6,35 x 25,4
Tipo de protección	IP-40/50/54
Designación de fases	L1-L2-L3
Altura sobre el nivel del mar [msnm]	1000
Temperatura ambiente [°C]	40

Arreglos típicos para subestaciones de 23 kV, clase 25

Número de arreglo	Componentes (Celdas y equipo)	Dimensiones mm				Peso aprox. Kg
		Alto NEMA 1/12	Alto NEMA 3R	Frente NEMA 1/12/3R	Fondo NEMA 1/12/3R	
1	Celda de medición, cuchilla de paso entre celdas, cada seleccionador con apartarrayos y tapas laterales.	2400	2550	2600	1600	1300
2	Celda de medición, cuchilla de paso entre celdas, celda de seccionador con apartarrayos, celda de acoplamiento y tapas laterales	2400	2550	3000	1600	1500
3	Celda de medición, cuchilla de paso entre celdas, celda de transición, 2 celdas de seccionador derivado sin apartarrayos y tapas laterales	2400	2550	5400	1600	3000
4	Celda de acometida, celda de seccionador con apartarrayos y tapas laterales	2400	2550	1600	1600	1000
5	Celda de acometida, celda de seccionador con apartarrayos, celda de acoplamiento y tapas laterales	2400	2550	2000	1600	1200
6	Celda de acometida, celda de seccionador sin apartarrayos y tapas laterales	2400	2550	1600	1600	950
7	Celda de acometida, celda de seccionador sin apartarrayos, celda de acoplamiento y tapas laterales	2400	2550	2000	1600	1150
8	Celda de seccionador sin apartarrayos, celda de acoplamiento y tapas laterales	2400	2550	1600	1600	950
9	Celda de seccionador sin apartarrayos y tapas laterales	2400	2550	1200	1600	750
10	Celda de medición sin tapas laterales	2400	2550	1400	1600	500
11	Celda de acoplamiento sin tapas laterales	2400	2550	400	1600	200
12	Celda de acometida sin tapas laterales	2400	2550	400	1600	200
13	Celda de seccionador sin apartarrayos y sin tapas laterales	2400	2550	1200	1600	750

Los arreglos mostrados son típicos pero se puede diseñar y fabricar la subestación que se adecue al proyecto; en las subestaciones con celda de acoplamiento a transformador, se debe de indicar la posición de esta celda, ya sea a la izquierda o a la derecha, la garganta de acoplamiento de los transformadores se diseña y solicita por separado, en caso de requerir un color de pintura en especial, se debe de consultar y proporcionar el código de pintura ANSI y si la subestación requiere apartarrayos distintos a los de óxido de zinc, se debe de solicitar de esa manera.

El Art. 924-7. menciona que todo acceso o salida para una subestación debe tener en la puerta un letrero fijo en la parte exterior y en forma visible un aviso con la leyenda:

"PELIGRO ALTA TENSIÓN ELÉCTRICA"

3.4 Transformadores

Definición: La NOM-001-SEDE-1999, en el Artículo 450-2 define la palabra transformador como un transformador individual de una o múltiples fases, identificado con una sola placa de datos. Es un sistema electromagnético transmisor de potencia eléctrica en la modalidad de corriente alterna.

3.4.1 Tipos de transformadores

Transformador tipo subestación

Son equipos para servicios en subestaciones, para acoplamiento de tableros mediante gargantas y para otras aplicaciones especiales, en capacidades de 225 a 1500 kVA, en voltajes de hasta 34.5 kV, son utilizados en la industria, centros comerciales, hoteles, hospitales, etc.

Transformadores tipo pedestal

Son transformadores del tipo frente muerto, autoenfriados por aceite, monofásicos y trifásicos, los cuales cuentan con elementos de protección en alta y baja tensión, son fabricados en capacidades de 25 hasta 1500 kVA, en voltajes de hasta 34.5 kV, se utilizan en redes de distribución subterránea de energía eléctrica, en instalaciones tipo residencial o comercial y son instalados sobre una base de concreto. El Art. 450-26 menciona que los transformadores en aceite instalados en interiores deben de instalarse en una bóveda ventilada, y cuyos materiales tengan la resistencia adecuada para las condiciones que pudieran presentarse, así como una resistencia mínima de 3 horas al fuego.

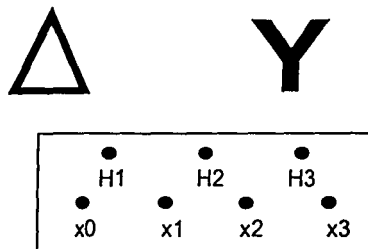
3.4.2 Conexión de transformadores

Un transformador trifásico es un conjunto de tres transformadores monofásicos de banco, compartiendo el mismo núcleo, esto es factible gracias a la propiedad de cero valor medio de los sistemas trifásicos balanceados, esta propiedad presenta las siguientes ventajas sobre un banco de tres transformadores monofásicos:

- Requiere menor cantidad de hierro para el núcleo
- Ocupa menor espacio
- Requiere menor capacidad del tanque y por consiguiente menor cantidad de aceite
- Por lo anterior resulta más económico
- Evita el trabajo de hacer las conexiones delta/estrella, ya que el fabricante las hace dentro del tanque
- Las terminales de delta/estrella están listas para conectarse a las barras colectoras

A continuación se muestran la tapa del tanque con la posición de terminales según las combinación normalizada, el orden de estas terminales es otro detalle que recomiendan las normas, tal como aparece en los dibujos, las salidas de baja tensión en algunas ocasiones se localizan en la pared del tanque que corresponden a la línea inferior de las figuras en vez de la tapa; el orden es el mismo.

Conexión normalizada de transformadores para circuitos de 3 fases



Circuitos trifásicos

Los transformadores tienen dos embobinados (primario y secundario), las formas de conexión trifásica básicas son (delta y estrella) de donde se pueden obtener cuatro conexiones posibles:

Alta tensión	Baja tensión	Denominación
Δ	Δ	Delta - Delta
Y	Y	Estrella - Estrella
Δ	Y	Delta - Estrella
Y	Δ	Estrella - Delta

3.4.2.1 Criterios de selección

En la actualidad el Ingeniero Mecánico Eléctrico debe prever la capacidad adecuada del transformador, la selección de un transformador que al momento de operar funciona en los límites de su capacidad provoca un envejecimiento prematuro del equipo o en el peor de los casos el término de su vida; otro de los factores para la correcta selección es, seleccionar un transformador con una capacidad acorde al crecimiento de la demanda y no demasiado excedida en términos de crecimiento; esto provoca una inversión alta que en el transcurso del tiempo no será absorbida por su operación, la selección obedece a una serie de factores a considerar como:

Carga de demanda

El cálculo de la carga se menciona en el capítulo anterior y es un valor que debe ser definido en conjunto, cliente e Ingeniero debiendo ser el valor de la carga demandada; ya que basándose en la experiencia, este valor se considera el más apegado a la capacidad que debe ofrecer un equipo de transformación, de lo contrario se corre el riesgo de sobre dimensionar o sub-dimensionar el transformador, teniendo en el primer caso que comprar equipos cuyo costo es mayor e injustificado, en el segundo caso se corre el riesgo que el transformador no tenga la capacidad suficiente para poder dar los servicios que la instalación le demande.

Crecimiento de la carga

La reserva que debe presentar el transformador está definida por el cliente y la experiencia que ha adquirido el Ingeniero en instalaciones similares de acuerdo a la expansión de servicios, para el caso de la Torre Siglum esta carga de reserva esta contemplada en un 25% de la carga de demanda, si el valor no es claro en su determinación se considera el valor de 1.

Altitud

Los transformadores se diseñan comúnmente para operar hasta una altura de 1000 msnm, bajo el planteamiento anterior el Ingeniero Mecánico Eléctrico debe considerar la altura de instalación del equipo; de no suceder así, la capacidad nominal del transformador se reduce, en términos de solicitud de un transformador, el fabricante o distribuidor del equipo debe proveer al cliente e Ingeniero la siguiente información:

- 1) Capacidad en kVA
- 2) Fases
- 3) Voltaje primario
- 4) Voltaje secundario
- 5) Conexión en el primario
- 6) Conexión en el secundario
- 7) Frecuencia de operación
- 8) Tipo (ya sea con gargantas para subestación, interior o exterior)
- 9) Aislamiento (aceite o seco)
- 10) Derivaciones (si aplica, por lo regular se pide con 4 derivaciones de +/- 2.5%)

Para el caso de la Torre Siglum los transformadores se solicitaron con las siguientes características:

- Voltaje de operación en media tensión: 23 kV, 60 Hz, 3F-3H
- Voltaje de operación en baja tensión: 220/127 o 440/254 V, 60 Hz, 3F-4H o 3F-3H, según corresponda el uso del transformador.
- Tipo de conexión, para el lado primario, delta y en el secundario se tendrá una conexión estrella con el neutro aterrizado, procurando trabajar lo más próximo al 100% de su capacidad (Art. 924-19, NOM-001-SEDE-1999).

3.4.3 Requisitos normativos de instalación

El Art. 450-8 y sus secciones B y C mencionan que la instalación de los transformadores se deben proteger tomando todas las medidas para reducir a un mínimo la posibilidad de daño a los transformadores por causas externas, cuando estén expuestos a daño físico.

Transformadores Tipo seco

Para los transformadores de tipo seco instalados en interiores se debe cumplir lo estipulado en el Art. 450-21: Los transformadores de tipo seco con una capacidad de 112,5 kVA o menos, instalados en interiores, deben tener una separación no - menor a 30 cm de cualquier material combustible.

Transformadores en Aceite

Los transformadores en aceite (Art. 450-26) en interiores deben instalarse en una bóveda construida como se especifica en la parte C del artículo 450-26 de la NOM-001-SEDE-1999. En el Caso de la Torre Siglum se aplicará la siguiente excepción; ya que el costo de instalación se ve reducido y es aplicable de acuerdo a la NOM-001-SEDE-1999. *Cuando la tensión eléctrica nominal no es mayor de 600 V no se requiere una bóveda, si se han tomado las previsiones necesarias para impedir que el fuego producido por el aceite del transformador se extienda a otros materiales y cuando la capacidad total de transformadores en un lugar no es mayor de 10 kVA, en una sección del inmueble clasificada como combustible; o 75 kVA cuando la estructura que lo rodea es de construcción clasificada como resistente al fuego.*

3.5 Sistema de tierras y pararrayos

El desarrollo de la siguiente sección corresponde a mencionar los lineamientos normativos en sistemas de tierras y pararrayos; el objetivo siempre será limitar la tensión que con respecto a tierra se pueden presentar con respecto a una falla o descarga eléctrica.

3.5.1 Definición de puesta a tierra

La puesta a tierra se define como un circuito de protección paralelo a la instalación eléctrica para reducir riesgos a las personas y los animales que puedan estar en contacto con partes energizadas eléctricamente por accidente, en la actualidad se ha puesto especial cuidado en la instalación de puesta a tierra ya que el uso generalizado de sistemas eléctricos de cómputo y comunicaciones, no se pueden permitir elevaciones de potencial porque se dañan dichos equipos. Los sistemas de tierra se usan en plantas generadoras, sistemas de transmisión, sistemas de distribución, subestaciones de potencia.

3.5.2 Objetivo de la puesta a tierra

El artículo 250-1 Nota 1, marca como objetivo principal de la puesta a tierra *reducir la tensión* de un elemento eléctrico respecto de tierra y también facilitar la operación de protecciones de falla a tierra.

Los sistemas se conectan a tierra para limitar las sobretensiones eléctricas debidas a descargas atmosféricas, transitorios a la red o contacto accidental con líneas de alta tensión, y para estabilizar la tensión eléctrica a tierra durante su funcionamiento normal. Los equipos se conectan a tierra de modo que ofrezcan un camino de baja impedancia para las corrientes eléctricas de falla, y que faciliten el funcionamiento de los equipos de protección sobrecorriente en caso de falla a tierra.

3.5.3 Puesta a tierra en edificios de nueva construcción

La Torre Siglum, es de nueva creación y es necesario conocer el terreno donde se va a construir el edificio para el diseño de tierras se observa que el edificio esta construido en terreno de roca volcánica, producto de la erupción del volcán Xitle hace aproximadamente 2000 años; debido a la excavación para la cimentación del edificio, se logro pasar la roca; a continuación se mencionan los conceptos necesarios para el cálculo de una red de tierras.

3.5.4 Resistividad del terreno

La resistividad del terreno es la oposición que se presenta al paso de la corriente eléctrica en un metro cúbico de terreno, se mide en $\Omega \cdot m$ y se representa con la letra ρ dicha resistividad esta determinada por el tipo de suelo, el contenido de humedad, su composición química, salinidad, temperatura, variaciones estacionales, factores de naturaleza eléctrica y compactación del terreno. Para conocer la resistividad o resistencia especifica, existen dos formas, una es empíricamente y la otra realizando mediciones eléctricas del terreno; de forma muy general se puede clasificar los diferentes tipos de tierras con una resistividad:

Elemento	$\Omega \cdot m$
Tierra orgánica Húmeda	10
Tierra Húmeda	100
Tierra seca	1000
Roca	5700

Con los datos de la tabla anterior y las características de construcción de la Torre Siglum, el terreno tiene una resistividad aproximada de $50 \Omega \cdot m$.

3.5.4.1 Método de medición de la resistividad

Existen varios métodos para medir la resistividad ρ del terreno; para la investigación se utilizó el método de Wenner. Este método consiste en calcular la resistividad aparente del terreno con cuatro electrodos a distancias iguales, simétricamente separados de un punto central donde se mide la resistividad del terreno. El espesor de la capa de terreno en la que se mide la resistividad es directamente proporcional a la separación entre los electrodos dado por la siguiente formula.

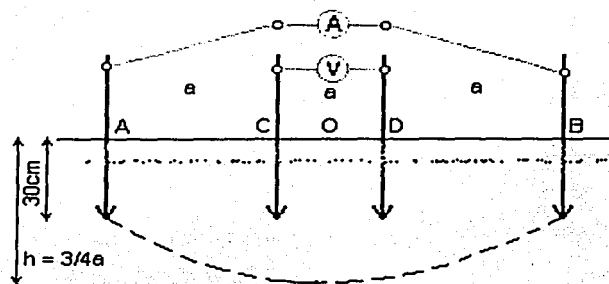
$$h = \frac{3}{4} a$$

donde:

h = profundidad para la medida de la resistividad media.

a = separación entre electrodos.

Cuando se hace circular una corriente I en el terreno a través de los electrodos A y B, aparecerá en los electrodos de tensión C y D una diferencia de potencial V que se mide con un terrómetro que tiene una resistencia variable en su interior y es la responsable de variar la corriente I que circula en el terreno, el terrómetro también registra la tensión V que se detecta entre los bornes, tal como se muestra en la figura.



La relación entre V y la I es el valor de la resistencia variable que registra el terrómetro:

$$R = V / I$$

El valor de la resistividad aparente para un estrato de espesor h , es:

$$\rho = 2 a V / I$$

como $R = V / I$

$$\rho = 2 a R$$

y como $h = \frac{3}{4} a$

$$\rho = \frac{8}{3} h R$$

Con este método se obtiene el valor de la resistividad media de todas las capas del terreno entre la superficie y una profundidad h .

3.5.5 El electrodo de puesta a tierra

Es una de las partes más importantes en la instalación de un sistema de tierras, siempre y cuando la masa de tierra que rodea al electrodo sea de resistencia muy baja porque de ella depende la resistencia de contacto entre el electrodo y el terreno. El electrodo de puesta a tierra es entonces; todo material conductor que está en perfecto contacto con el terreno, encargado de transmitir todas las corrientes de falla eléctrica o de origen atmosférico, a través de un conductor al terreno; su objetivo principal es hacer que el potencial del sistema de la red de tierras respecto al terreno sea cero volts o lo más cercano posible, los tipos de electrodos más frecuentemente utilizados son:

- Un conductor metálico (varilla) enterrado en forma vertical u horizontal
- Una placa metálica enterrada
- Cables enterrados

Una varilla es un cilindro metálico que se introduce en el terreno en forma vertical por lo general, suele ser una barra de cobre o acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y con un espesor de cobre de 2 mm, y una longitud no inferior a 3 m. El sistema de electrodos más utilizado en edificios de nueva construcción es el de electrodos en paralelo unidos eléctricamente con cable de cobre desnudo de 35 mm² como mínimo que se enterrará en el terreno, debido a la facilidad de instalación, su bajo costo y efectividad es el sistema utilizado en este edificio, la Torre Siglum.

Las placas metálicas enterradas son electrodos en forma rectangular o cuadrada que ofrecen una gran superficie de contacto en el terreno, por lo regular son de cobre o acero recubierto de cobre de al menos 2 mm. Los cables enterrados, son desnudos, en zanjas debajo de la cimentación de los edificios o enterrados a una profundidad suficiente. Los materiales más utilizados son: Cable de

cobre macizo o cableado de 35 mm² de sección como mínimo, alambre de acero de 200 mm² de sección recubierto con una capa de 6 mm² de cobre.

Otro tipo de electrodos

Los electrodos artificiales que con más frecuencia se utilizan, son los anteriormente expuestos, pero existen varias formas de conseguir el objetivo del electrodo, que el potencial de la red de tierra respecto del terreno sea cero volts o lo más próximo posible, para conseguir esto se pueden utilizar electrodos existentes que cumplan con los requisitos antes mencionados, dichos electrodos pueden ser:

Las vigas metálicas introducidas en el terreno.

Los pilares metálicos de un edificio, enterrados a cierta profundidad.

Tubos metálicos enterrados, fuera de uso.

Nota: Cabe mencionar que esta prohibido, y no se puede utilizar como electrodos las conducciones de gas, depósitos en general de gas LP., gasóleo, agua, agua caliente, conducciones de material inflamable etc.

Electrodos químicos

Existen varios métodos para bajar la resistividad del terreno, pero los más utilizados hasta el momento son dos:

- Tratamiento con geles
- Tratamiento por abono electrolítico del terreno

El tratamiento con geles consiste en tratar la tierra con dos sustancias que al combinarlas forman un gel. Las dos sustancias se mezclan con agua por separado y se aplican una después de la otra por encima del terreno a tratar. La lluvia es más lenta en disolver la sustancia pero su efectividad alcanza de 6 a 8 años. El tratamiento por abonado electrolítico del terreno consiste en aumentar la cantidad de electrolitos en disolución en agua del terreno aumentando el poder de retención del agua. Se utilizan electrolitos a partir de sulfato de calcio (CaSO₄) cuya solubilidad es muy pequeña. La efectividad aumentará siempre que la resistividad inicial del terreno aumente. El tratamiento consiste en extender en la superficie del terreno de 6 a 8 Kg. de mezcla por m² y el agua de lluvia disuelve el electrolito y lo retiene por absorción en la superficie de los granos de roca, se dice que la eficacia de este tratamiento alcanza de 10 a 15 años según la naturaleza del terreno. Existen varios productos comerciales de este tipo, uno de ellos es el "gap" (nombre comercial de un químico intensificador hecho en México), para bajar la resistencia del terreno, otro medio artificial es la "bentonita" la cual se empezó a utilizar para este fin en Europa. Estos métodos se utilizan para ayudar en la tarea de una buena conexión a tierra pero en realidad no son 100% confiables.

3.5.6 Potenciales peligrosos

Los efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano dependen de los siguientes factores:

- La intensidad de la corriente
- El tipo de corriente, C.D o C.A
- La trayectoria que sigue la corriente en el cuerpo humano y el tiempo de duración

Se manifiestan físicamente con la pérdida de control muscular, pérdida de la respiración, interrupción de la circulación sanguínea, por la fibrilación del corazón provocada por aproximadamente 500 mA en 3 segundos y la producción de quemaduras en la piel, estos factores son mortales para las personas que por accidente forman parte de un circuito eléctrico, con sus cuerpos, en las instalaciones de sistemas de tierras o en equipos aterrizados, que en determinado momento, la resistencia del suelo y la distribución de la corriente puede generar gradientes de potencial elevados en la superficie, dicha corriente puede deberse a una falla a tierra muy elevada, los potenciales elevados o peligrosos son tres:

- Potencial de toque
- Potencial de paso
- Potencial transferido

El potencial de toque ocurre cuando se toca alguna parte del sistema de tierras por la cual viaja la corriente de falla.

$$\text{Potencial de toque} = \frac{116 + 0.17 Rt}{\sqrt{t}} \quad \text{para 50 Kg.}$$

$$\text{Potencial de toque} = \frac{157 + 0.24 Rt}{\sqrt{t}} \quad \text{para 70 Kg.}$$

Rt = resistividad de la superficie del suelo, por lo general es grava o madera.

t = duración de la falla en segundos.

El potencial de paso se produce cuando una persona camina o se encuentra parada en el lugar de la falla dando lugar a una contracción muscular en las piernas y provocando que el individuo caiga al suelo exponiéndolo a una corriente de fibrilación.

$$\text{Potencial de Paso} = \frac{116 + 0.7 Rt}{\sqrt{t}} \quad \text{para 50 Kg.}$$

$$\text{Potencial de Paso} = \frac{157 + Rt}{\sqrt{t}} \quad \text{para 70 Kg.}$$

Rt = resistividad de la superficie del suelo, por lo general es grava o madera

t = duración de la falla en segundos

3.5.7 Diseño de sistemas de tierras

El sistema de tierra establece los límites seguros de potenciales peligrosos que pueden existir en la instalación bajo condiciones de falla, en puntos de acceso por las personas; en esta investigación sólo se presentará la hoja de resultados correspondiente a los parámetros de cálculo basados en criterios de seguridad de la norma vigente, en el diseño se considerará la resistividad del terreno, voltaje, espacio disponible, equipo a instalar, corriente de corto circuito en la zona y personal a proteger.

Para la construcción del sistema de tierras físicas del edificio Torre Siglum se diseñaron mallas de tierra de tipo de electrodos paralelos, de los cuales dos serán tipo delta, que conectarán las tierras físicas del sistema inteligente y el conmutador, respectivamente, uno será cuadrado, que conecta a las subestaciones y tres electrodos sencillos, de los cuales, dos servirán para la conexión de los apartarrayos y el restante para los instrumentos de medición de LFC. Los electrodos antes mencionados, serán instalados en el sótano ocho, el cual está a una profundidad de 23.10 m, y que se tiene una resistividad del terreno de $50 \Omega \cdot m$ lo cual ya es ganancia considerando que es terreno rocoso.

Para el diseño del sistema de tierras se necesitan algunos datos para realizar los cálculos, dichos datos se obtuvieron de cálculos, experimentación y de investigación, la tabla siguiente resume los datos y los cálculos:

Cálculo para obtener: Potencial de paso, potencial de toque y la resistencia de la malla a tierra			
Datos:			
Área que ocupa la malla de tierras:	A=	9	m ²
Resistividad del terreno a una profundidad de 45 m:	$\rho =$	50	$\Omega \cdot m$
Resistividad del material en donde se construyó la subestación que es de material de concreto:	$R_t =$	6000	$\Omega \cdot m$
Longitud de los conductores de la malla de tierra más varillas:	L=	88	m
Diámetro de los conductores (4/0) de la malla de tierras:	$\varnothing =$	0.013	m
Corriente de corto circuito de la zona:	$I_{cc} =$	3500	A
La protección debe operar en: 0.5 seg.			
Formulas empleadas:			
Potencial de toque a una persona de 50 kg de peso :	$(116+0.17R_t) / \text{Raiz}(0.5)$		
Potencial de paso a una persona de 50 kg de peso:	$(116+0.7R_t) / \text{Raiz}(0.5)$		
Se calcula la resistencia a tierra de la red de tierras por la fórmula general: $R = (\rho/2(3.1416)L) \ln(4L/\varnothing)$			
	R =	0.922957338	$\Omega \cdot m$
Potencial de toque =	1606.546607	V	
Potencial de paso =	6103.745735	V	
	$I_{cc} R \leq E/\text{toque}$		
	3230.350684	1606.546607	
Se debe calcular una resistencia a tierra de:	R=	0.4973	$\Omega \cdot m$

Comparando el potencial de toque, resulta que es menor, por lo tanto se despeja para que la resistencia del electrodo a tierra sea de $0.5 \Omega \cdot m$, para conseguir esto se acondicionan los electrodos con intensificadores químicos.

Estos detalles se muestran en el plano correspondiente a instalación eléctrica de sistemas de tierras físicas en sótano 8 (Ver anexo 3).

3.5.7.1 Requisitos de instalación

Tabla 250- 94. Conductor del electrodo de tierra de instalaciones de c.a.

Tamaño nominal del mayor conductor de entrada a la acometida o sección equivalente de conductores en paralelo mm ² (AWG o kcmil)		Tamaño nominal del conductor al electrodo de tierra mm ² (AWG o kcmil)	
Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
33,62 (2) ó menor	53,48 (1/0) ó menor	8,367 (8)	13,3 (6)
42,41 o 53,48 (1 ó 1/0)	67,43 o 85,01 (2/0 ó 3/0)	13,3 (6)	21,15 (4)
67,43 o 85,01 (2/0 ó 3/0)	4/0 ó 250 kcmil	21,15 (4)	33,62 (2)
Más de 85,01 a 177,3 (3/0 a 350)	Más de 126,7 a 253,4 (250 a 500)	33,62 (2)	53,48 (1/0)
Más de 177,3 a 304,0 (350 a 600)	Más de 253,4 a 456,04 (500 a 900)†	53,48 (1/0)	85,01 (3/0)
Más de 304 a 557,38 (600 a 1100)	Más de 456,04 a 886,74 (900 a 1750)	67,43 (2/0)	107,2 (4/0)
Más de 557,38 (1100)	Más de 886,74 (1750)	85,01 (3/0)	126,7 (250)

El tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo, de cobre o aluminio, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-95.

Tabla 250-95. Tamaño nominal mínimo de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos de 15 a 2000 (A)

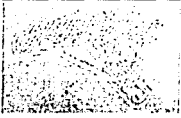
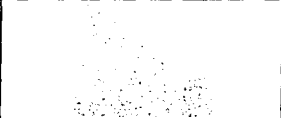
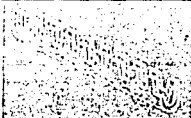

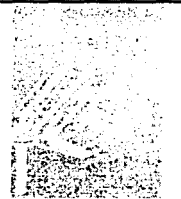


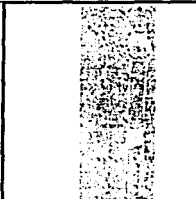
Capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. (A)	Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil)	
	Cable de cobre	Cable de aluminio
15	2,082 (14)	—
20	3,307 (12)	—
30	5,26 (10)	—
40	5,26 (10)	—
60	5,26 (10)	—
100	8,367 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,15 (4)
300	21,15 (4)	33,62 (2)
400	33,62 (2)	42,41 (1)
500	33,62 (2)	53,48 (1/0)
600	42,41 (1)	67,43 (2/0)
800	53,48 (1/0)	85,01 (3/0)
1000	67,43 (2/0)	107,2 (4/0)
1200	85,01 (3/0)	126,7 (250)
1600	107,2 (4/0)	177,3 (350)
2000	126,7 (250)	202,7 (400)

Conexiones de los sistemas de tierras

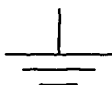
La conexión de un conductor del electrodo de puesta a tierra con el electrodo correspondiente (NOM-001-SEDE-1999 Artículos 112,113 y 115), debe ser accesible y estar hecha de tal manera que asegure una puesta a tierra eficaz y permanente, cuando sea necesario asegurar esta conexión a una instalación de tubería metálica utilizada como electrodo de puesta a tierra, se debe hacer un puente de unión efectivo alrededor de las juntas y secciones aisladas y alrededor de cualquier equipo que se pueda desconectar para su reparación y sustitución. Los conductores del puente de unión deben ser lo suficientemente largos como para permitir el desmontaje de dichos equipos, manteniendo la integridad de la conexión. Los conductores de puesta a tierra y los cables de puentes de unión se deben conectar mediante soldadura exotérmica, conectadores a presión aprobados y listados, abrazaderas u otros medios también aprobados y listados. No se deben usar medios o herrajes de conexión que solo dependan de soldadura. Para conectar los conductores de puesta a tierra a los envoltentes no se deben usar pijas.

El conductor de puesta a tierra de equipo se debe conectar al electrodo de puesta a tierra mediante soldadura exotérmica, zapatas, conectadores a presión, abrazaderas u otros medios aprobados y listados, no se deben usar conexiones que dependan únicamente de la soldadura. Las abrazaderas de tierra deben estar aprobadas y listadas para el material del electrodo de puesta a tierra y para el conductor del electrodo de puesta a tierra y, cuando se usen en tubería, varillas u otros electrodos enterrados, deben estar también aprobadas y listadas para su uso enterradas directamente en el terreno natural. No se debe conectar al electrodo de puesta a tierra con la misma abrazadera o accesorio más de un conductor, excepto si la abrazadera o accesorio está aprobada(o) y listada(o) para usarla con varios conductores. La conexión debe hacerse por uno de los métodos explicados en los siguientes incisos:

- Abrazadera sujeta con pernos. Abrazadera aprobada de latón o bronce fundido, o hierro dulce o maleable.
- Accesorios y abrazaderas para tubería. Un accesorio, abrazadera u otro mecanismo aprobado, sujeto con pernos a la tubería o a sus conexiones.
- Abrazadera de tierra de tipo solera. Una abrazadera de tierra aprobada y listada de tipo solera, con una base de metal rígido que asiente en el electrodo y con una solera de un material y dimensiones que no sea probable que cedan durante o después de la instalación.

Materiales para pararrayos, tierras físicas			
			
CONECTOR TIPO "T" cobre-bronce Peso: 200 g Cat.-AME-030	Desconector para bajada Cobre-bronce Peso: 200 g. CAT.-AME-033	Conector recto cobre-bronce. Peso: 200 g. CAT.-AME-031	Conector Zapata Peso: 200 g. CAT.-AME-032
Conectores para tubo		Conectores mecánicos	
			
Conector para tubo 64-102 mm cobre-bronce peso: 600 g CAT.-AME-025	Conector para tubo 13-25 mm Cobre-bronce Peso: 200 g CAT.-AME-027	Pasa-muro Cobre-bronce Peso: 600 g. CAT.-AME-028	Pasa/losa Cobre-bronce Peso: 200 g CAT.-AME-029

Símbolo de puesta a tierra IEC No.5019



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

3.5.8 Pararrayos

Todas las regiones geográficas del mundo se caracterizan por su nivel ceraúnico que se define como la densidad de descargas atmosféricas, una de las zonas caracterizadas por un alto nivel ceraúnico es el sur de la ciudad de México, zona donde se localiza el edificio Torre Siglum. Desde la antigüedad el rayo ha sido observado pero en 1752 Franklin demostró que es una descarga eléctrica. En 1887 Lins estudio la conductividad atmosférica. Hoy conocemos que la conductividad es debida a iones en el aire.

Las causas de ionización son tres:

- a) Acción de sustancias radioactivas, contenidas en el terreno.
- b) Acción de sustancias radioactivas que se encuentran en el aire.
- c) Radiación cósmica.

Si el aire es puro los iones tienen una movilidad de 1.5 cm/seg. denominándose iones "ligeros", si el campo tiene gradientes, cuya diferencia de potencial es 1 voltio, y si el aire esta contaminado por polvo o producto de combustión, entonces se producen iones "pesados" cuya movilidad es de 0.0005 a 0.0003 cm/seg. por lo regular existen iones pesados sobre la tierra debido a que existen muchos núcleos de condensación oscilando su numero entre 1,000 y 80,000 por cm^3 .

La carga que contiene un rayo es variable, en caso de ser muy drástica puede llegar a 300 culombios. Para resumir las características eléctricas de un rayo esta la siguiente tabla.

Probabilidad de sobrepasar	Cresta	Carga	Pendiente	Duración total	Numero de Descargas
P %	I (kA)	Q (Culombios)	kA/ μs	s	n
50	26	6	48	0.09	1.8
10	73	69	74	0.56	5
1	180	330	97	2.7	12

3.5.8.1 Definición

El pararrayos es un dispositivo que acepta con facilidad las descargas atmosféricas en un determinado punto y que conduce por medio de conductores de capacidad adecuada, de manera segura y eficaz la corriente a tierra.

3.5.8.2 Objetivo

Atrapar y conducir a tierra de forma fácil y segura la corriente que produce una descarga atmosférica.

Tierras para pararrayos

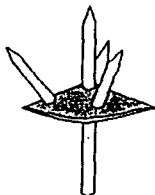
El objetivo no es tan sencillo como parece, debido a que como muchos elementos de la naturaleza son incontrolables. En la actualidad casi todos los equipos y sistemas están formados por partes electrónicas, las cuales se pueden dañar con una diferencia de potencial diferente a su nominal, la cual puede ser producida por una descarga atmosférica, por esta razón es importante tener una buena puesta a tierra en los sistemas de pararrayos. Para lograrlo se deben cumplir ciertos requisitos que son apegados a las normas, por ejemplo: la separación de los conductores de los pararrayos, art. 250-46 NOM-001-SEDE-1999, el cual nos indica que las canalizaciones, envolventes, estructuras y otras partes metálicas que normalmente no transporten corriente deberán estar alejadas como mínimo 1.8 m de los conductores de bajada de pararrayos, o deben ser interconectados cuando esta distancia sea menor. Los conductores especialmente contruidos, incluidos los habilitados como varillas de pararrayos, deben estar libres de recubrimientos no conductores tales como pinturas o esmaltes, las trayectorias de bajadas de los cables de puesta a tierra de los pararrayos deberán ser lo más cortas posibles, se deben evitar los cortes de trayectorias de cables y de existir se deben utilizar conectores y/o coples adecuados.

3.5.8.3 Requisitos de instalación

La cabeza de captación

Tiene como objetivo captar la descarga del rayo, se debe de proteger de la oxidación para una mayor eficacia, de material de acero inoxidable o cobre semiduro con revestimiento anticorrosivo. Dispondrán de una pieza de adaptación de latón con rosca para unir con el mástil y el soporte de la cabeza de captación.

Cabeza de captación



Red conductora

Son los conductores que se conectan de la cabeza del pararrayos con el punto de puesta a tierra, el cable será de cobre rígido de 1/0 de sección como mínimo. La instalación será vista partiendo de la cabeza de captación hasta el punto de puesta a tierra, se fijara al edificio con grapas al muro. Las bajadas deberán ser rectas y verticales recorriendo el trayecto más corto y directo posible hasta la toma de tierra. En caso de hacer soldaduras se harán con soldadura aluminotérmica, se recomienda que la resistencia eléctrica del conductor desde la cabeza de captación hasta el punto de puesta a tierra deberá ser menor a 2Ω .

Accesorios

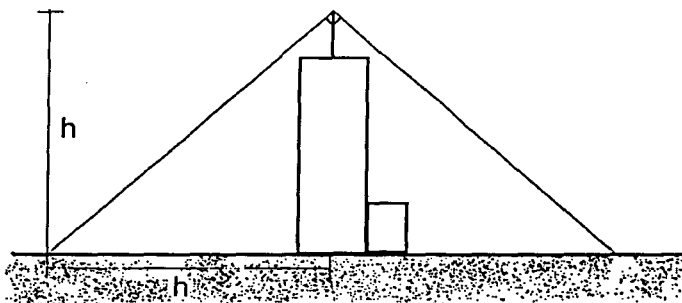
El espesor de las chapas metálicas no deberá ser menor al valor especificado a continuación: hierro 4 mm, Cobre 5 mm, Aluminio 7 mm esto con el fin de evitar perforaciones.

Toma de tierra

Esta parte es la más importante por que aquí depende el flujo de la descarga de origen atmosférico, si por alguna razón no se evacuara la descarga atmosférica, seria de graves consecuencias, se debe utilizar la toma de tierra del edificio general, o pueden realizarse una toma independiente mediante electrodos, placas o cables enterrados.

Pararrayos de puntas

Es el pararrayos tipo Franklin cuyo funcionamiento se basa en la teoría de las puntas, las descargas atmosféricas serán atraídas por la cabeza, que debe estar más alta que los elementos a proteger. El pararrayos tiene una altura aproximada de 2 metros, formado por un mástil de acero galvanizado de 50 mm de diámetro, en la punta lleva un material de alto punto de fusión como el Tungsteno; la cobertura de protección de un pararrayos tipo Franklin es un cono cuya altura es la distancia entre el terreno y la punta de captación y de superficie, un círculo de radio igual a la altura descrita y con centro en la proyección sobre el terreno de la cabeza de captación; tal como se observa en la figura.



Selección de pararrayos

Queda prohibido utilizar pararrayos que funcionen basándose en materiales radiactivos (NOM-022-STPS-1999, Electricidad estática en los centros de trabajo - condiciones de seguridad e higiene), los factores que se deben considerar para la determinación de la obligación de instalar pararrayos y, en su caso, el tipo de pararrayos a utilizar para drenar a tierra la descarga eléctrica atmosférica, son:

- El nivel isocerámico de la región
- La altura del edificio en relación con las elevaciones adyacentes
- Las características y resistividad del terreno
- El ángulo de protección del pararrayos
- La altura de instalación del pararrayos y el sistema para drenar a tierra las corrientes generadas por la descarga eléctrica atmosférica

3.5.9 Recomendaciones

Debe quedar claro que la tierra y el neutro no son iguales y su función es diferente, el neutro sirve para tener un potencial de referencia con respecto a la fase y este conductor en sistemas trifásicos lleva la corriente de desbalance y en sistemas monofásicos lleva la corriente de línea. La tierra conecta las carcasas de los equipos y en condiciones de falla a tierra, lleva la corriente a tierra y en condiciones normales no lleva corriente, el neutro y la tierra física deben unirse en un solo punto, esto se hace lo más cerca posible a la fuente de alimentación. Se recomienda que el voltaje máximo entre neutro y tierra no rebase un volt. Esto es para evitar que los equipos funcionen en forma inadecuada y no reciban información falsa, sobre todo en los equipos de cómputo y también para evitar la introducción de ruido eléctrico. En instalaciones de gran longitud para lograr esto, se pueden colocar varios cables de neutro de mayor sección, o tener las cargas balanceadas.

Para el valor de la resistencia a tierra que debe de tener los pararrayos en las normas americanas no se menciona ningún valor, pero para la norma británica (CP236), se recomienda un valor de 10 Ω como máximo, para la norma nacional se recomienda un valor de 10 Ω pero aún no está demostrado que el valor de la resistencia de los pararrayos debe ser muy similar al de otras tierras muy cercanas, para evitar arcos y a la vez debe ser un valor lo más bajo posible y en mallas de tierra se recomienda que la resistencia sea la más baja posible entre 1 a 10 Ω , los electrodos conectados a la red deben estar enterrados en terrenos más húmedos, cuando sea posible, si no se logra obtener la resistencia deseada se debe de recurrir al uso de sustancias químicas.

Se recomienda que los conductores de la malla, si es el caso, sean de cobre con calibre mínimo de 4/0 AWG (107.2 mm²) y que los conductores de puesta a tierra del equipo no sean menor a No. 2 AWG (33.6 mm²).

Capítulo IV Sistemas de emergencia

En el trabajo de los sistemas de información y servicios de emergencia es necesario proveer de soluciones más confiables de suministro continuo de energía eléctrica, almacenamiento y control, con esta consideración se debe dar una solución de energía integral para todo tipo de usuarios y aplicaciones.

Una planta de potencia de emergencia se instala principalmente para protección de los usuarios, aunque puede servir para otros propósitos también. Estas plantas son instaladas en un teatro, en una tienda o en una oficina sin ventanas, donde un apagón podría traer pánico y confusión o aún la muerte. Los sistemas de emergencia deben de proporcionar energía a equipos como: ventiladores, sistemas de alarmas para detección de incendios, elevadores, equipos contra incendio y sistemas de comunicación, la producción de energía de una planta de emergencia sólo se debe usar para alimentar cargas seleccionadas durante la emergencia, completamente independientes del alumbrado usual.

4.1 Definición de sistema de emergencia

Es el sistema que produce energía eléctrica local, cuya producción es consumida por el sistema eléctrico de una capacidad relativamente pequeña suficiente para mantener en operación sistemas eléctricos correspondientes a áreas comunes, ya sean, salidas de emergencia (pasillos, escaleras), motores para bombeo de agua potable, bombeo para el sistema de protección contra incendio, ventilación del inmueble, y elevadores.

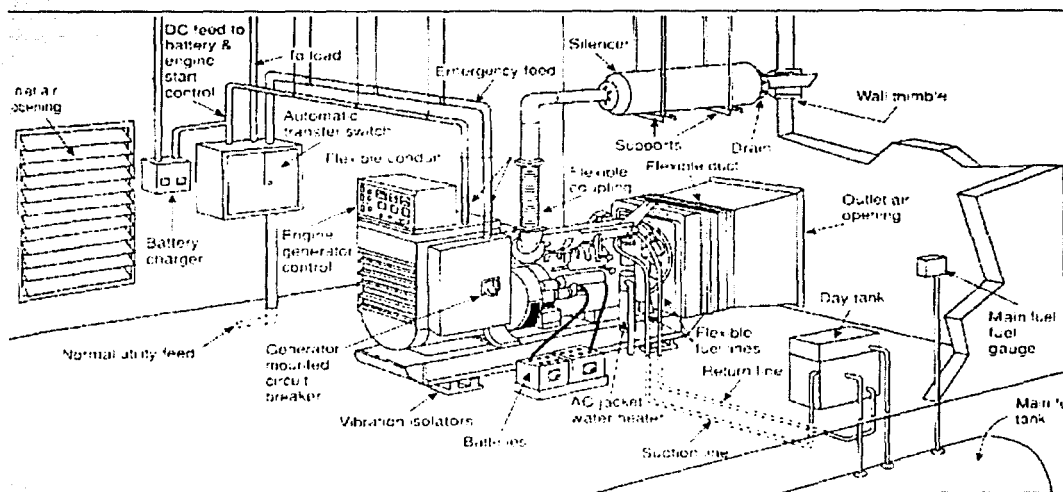
4.2 Objetivo del sistema de emergencia

Las instalaciones de emergencia tienen por objetivo solucionar los fallos del suministro normal de energía eléctrica, estos sistemas deben suministrar iluminación o fuerza automáticamente a las áreas críticas y a los equipos, necesarios para la necesidad de la vida humana, en el caso de falla del suministro normal de energía eléctrica o de los elementos del sistema (NOM-001-SEDE-1999 Art.700-1), el suministro de energía debe ser tal, que en caso de falla del suministro normal al edificio, el alumbrado, la energía de emergencia este disponible en el tiempo requerido y no debe de exceder de 10 segundos. (NOM-001-SEDE-1999 Art.700-12).

4.3 Plantas generadoras

Las más comunes funcionan con motores de gasolina o de diesel; el motor de gasolina existe también para funcionar con gas natural. Producen potencia eléctrica con una frecuencia de 60 Hz, en capacidades de 500 W a 1500 kW o más si se requiere. Existen en cualquier voltaje requerido, en fase única o en tres fases, como estas plantas están accionadas por motores, se deben proporcionar algunos medios para arrancar el motor, el más sencillo es el de arranque manual, esto para las plantas más pequeñas. Para plantas de mayor tamaño se utiliza una batería de tipo automotivo de trabajo pesado, o el sistema de un automóvil.

Para controlar la planta, hay botones para encender y apagarla, normalmente se pueden instalar botones adicionales a una distancia considerable de la planta, que se conectan por cables de control.



Componentes típicos de un Generador eléctrico de 50 a 1000 kW, 60Hz (Caterpillar)

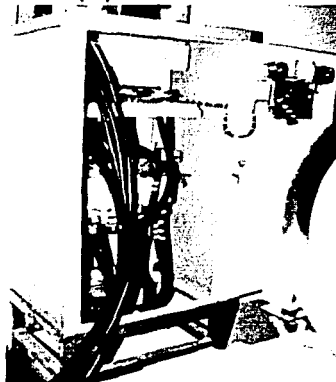
Por ningún motivo se puede instalar una planta, que su potencia sea suministrada a la carga que debe cubrir y al mismo tiempo dejar que su potencia regrese por la línea de potencia normal. La NOM-001-SEDE-1999 lo indica en el Art.700-6 de tal manera que se debe proyectar e instalar un equipo de transferencia.

Cuando se utilicen medios de desconexión se debe evitar el funcionamiento involuntario en paralelo ya que resultaría demasiado peligroso para el técnico eléctrico que esté trabajando en una línea normal que esté muerta, en todo caso se debe de instalar un interruptor de doble tiro, ya sea manual o automático, este interruptor en una posición conecta la carga a la línea de potencia normal, en otra posición, la desconecta de la línea normal y la transfiere a la planta generadora, al escoger un interruptor de doble tiro, se debe escoger uno que tenga la capacidad de amperes suficiente para conectar la línea normal.

En México el equipo de transferencia debe ser automático y aprobado para tal uso, debe ser diseñado e instalado para prevenir la conexión accidental de la alimentación normal y la fuente de emergencia, por medio de bloqueo mecánico.

“Equipo de transferencia. El equipo de transferencia, incluidos los desconectores de transferencia, debe funcionar de manera que todos los conductores de fase de una fuente de alimentación se desconecten antes de que se conecte cualquier conductor de fase de la segunda fuente” (NOM-001-SEDE-1999. Art.230-83).

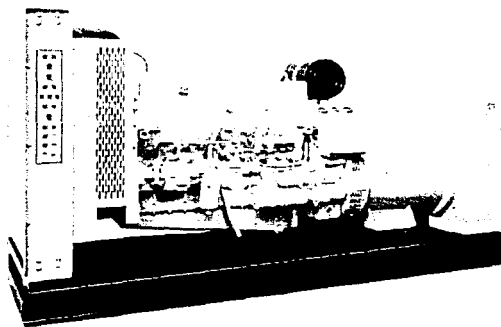
Equipo de transferencia



4.3.1 Selección de una planta generadora

En la Torre Siglum la planta generadora, alimentará al Tablero General de Emergencia TGE que tiene una carga instalada de 492000 W y de 393600 W por demanda, con estos datos se selecciona la siguiente planta:

Planta de 30 a 2000 kW



Los sistemas de emergencia deben abastecer la potencia nominal adecuada para una operación simultánea con la carga instalada de tal manera que soporte la corriente eléctrica máxima de falla disponible en sus terminales.

El Art.700-12 b)1) indica que el sistema de emergencia debe de hacer el arranque y la transferencia automática del sistema normal al de emergencia, y que este último se debe mantener en operación 15 minutos, en caso que el sistema normal se restablezca.

El Art.445-5 de la NOM-001-SEDE-1999 indica que el alimentador que va del generador al primer dispositivo de sobrecorriente no debe ser menor a 115% de la corriente nominal de placa del generador.

Datos técnicos

MODELO MOTOR	CAPACIDAD CONTINUA APLICACIÓN EMERGENCIA K.W.	POTENCIA MÁXIMA 1800 RPM H.P.	CONSUMO COMBUSTIBLE PLENA CARGA lts/hora	DIMENSIONES MÁXIMAS APROXIMADAS EN cm.			PESO APROX. kg.
				LARGO	ANCHO	ALTO	
KTA19G3	450	585	121	330	140	207	3930
KTA19G4	500	755	128	330	140	207	3930
VTA28G5	600	900	173	360	158	224	5333
QST30G1	750	1135	187	400	161	261	6500

Características generales

El generador está acoplado directamente al motor formando una sola unidad, con regulador de voltaje externo, tipo transistorizado, manteniendo el voltaje entre vacío y plena carga diseñado para trabajar a 1800 r.p.m., 60Hz., 0.8 de factor de potencia, aislamiento NEMA, clase F/H, el generador es de construcción robusta a prueba de goteo provisto de un ventilador para su enfriamiento.

4.3.1.1 Protecciones

Para aumentar la confiabilidad y seguridad del equipo y la carga, el modulo de control debe contar con protecciones; algunas consideradas como críticas las cuales en caso de presentarse, provocan el paro del equipo y otras como no críticas o pre-alarmas proporcionando la señal indicativa de la falla presente. Las fallas que sean procesadas internamente en el módulo de control son las alarmas internas y las consideradas como alarmas externas, se derivan de contactos proporcionados por dispositivos o sensores externos, y pueden ser configurados para recibir cualquier tipo de alarma.

Protecciones internas

- Baja presión de aceite
- Alta temperatura de agua
- Sobre y baja velocidad
- Alta y baja frecuencia del generador
- Falla de arranque
- Alto y bajo voltaje del generador
- Paro de emergencia
- Falla del sensor de presión de aceite
- Sobre corriente *
- Falla de paro *
- Alto y bajo voltaje de batería *
- Falla de carga de baterías *

* Este tipo de señales censadas en algunos fabricantes se consideran como pre-alarmas de tal manera que no se establecen como necesarias.

Protecciones externas

Son aquellas señales que se activan por contactos externos en algunos casos señales digitales que tienen parámetros totalmente configurables; para lo cual es necesario el software del fabricante.

Falla de bajo nivel de agua del radiador.
Bajo nivel de combustible.

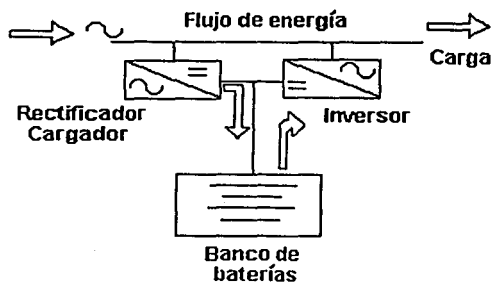
4.4 UPS

Para evitar los problemas del suministro eléctrico se dispone de sistemas ininterrumpibles de energía, conocido por sus siglas en Ingles como UPS; este sistema mantiene un flujo constante de energía hasta que el sistema se desconecte en forma segura, a continuación se presenta la topología en la configuración de sistemas de respaldo.

4.4.1 Topologías de instalación

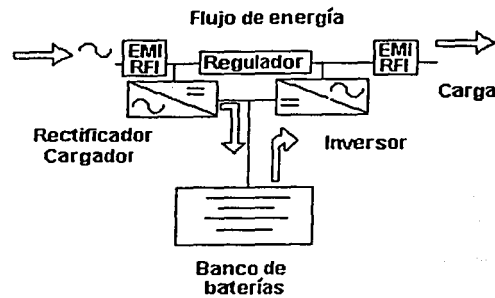
Las tres formas típicas de instalación sistemas UPS son:

Off Line / Stand By (Fuera de Línea / Por Posición)



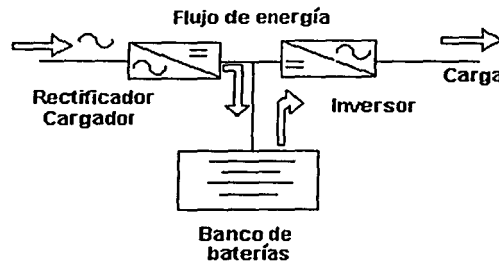
Aplicaciones: PC Personal, VCR's, Equipos de Sonido, Sistemas de video.

Line – Interactive (Línea – Interactiva)



Aplicaciones: PC's, Estaciones de trabajo, puntos de venta, Pequeños servidores, etc.

On Line / Doble Conversión (En línea / Doble Conversión)



Aplicaciones: centro de cómputo, telecomunicaciones, laboratorios médicos, servidores, televisión, transmisión de voz, datos y vídeo, así es como se ha desarrollado la tecnología para proteger la infraestructura en redes, servidores, grupos de computadoras y conmutadores; para el segmento empresarial, corporativo de oficinas se extrae la siguiente información general de productos que pueden satisfacer la necesidad de respaldo en la Torre Siglum en su servicio al cliente arrendador.

4.4.2 Productos comerciales

En el mercado existe una amplia gama de productos para satisfacer la necesidad de un sistema UPS a manera de ejemplo se describen los siguientes:

Aplicación comercial

Características:

Protegen contra picos de energía, tensión nominal máxima, interferencia, rayos e interrupciones de energía, algunos modelos cuentan con ranuras de expansión integradas que se integran en módulos de energía y batería adicionales, lo que satisface las necesidades futuras de protección. La parte más importante de un sistema ininterrumpible de energía, es el banco de baterías, que por lo general se vende por separado del equipo electrónico, y es el de mayor costo económico.

Aplicación industrial

Características:

Baterías internas. Filtro de entrada interno (opcional)
Línea de respaldo interna para mantenimiento
Transformador de aislamiento a la entrada, interno (opcional)
Capacidad de control y diagnóstico remoto
Reporte de alarmas vía teléfono (con módem opcional)

4.4.3 Selección de UPS

A continuación se listan las características para determinar el tamaño adecuado del UPS para la aplicación en un piso de oficinas, de la Torre Siglum.

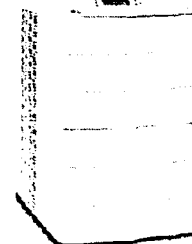
1. Listar las salidas o el equipo que se va a proteger
2. Escribir el valor del voltaje y amperaje de cada salida o equipo en la tabla presentada al final del listado
3. Calcular la potencia en Volts-Amperes
4. Hacer la suma correspondiente de las salidas o equipos en Volts-Amperes
5. Calcular el factor de crecimiento, se recomienda un crecimiento del 5% por año para un total de 3-5 años
6. Calcular los Volts-Amperes totales requeridos
7. Seleccionar el UPS que se adecue al cálculo total del paso 6

Tabla para cálculo de capacidad de equipo UPS.			
Salida o Equipo protegido	Volts	Amperes	VA's (Volts - Amperes)
Subtotal			
Factor de crecimiento 15% (tres años)			
Total VA's requeridos			
Modelo adecuado basándose en los cálculos			

La selección recomendada para un piso de oficinas debe cumplir como mínimo la siguiente lista de características:

3 kVA a 18 kVA

- Tipo: Protección empresarial
- Topología: On-Line / Doble Conversión (trifásicos)
- Sistema de Energía Ininterrumpida, con protección contra bajos voltajes momentáneos, altos voltajes momentáneos, transitorios, arcos y fallas en el suministro de energía
- Tiempo de transferencia de 0 milisegundos
- Forma de onda 100% senoidal. Regulación de voltaje de $\pm 1\%$
- Capacidades de 5 kVA's hasta 4800 kVA's
- Tiempos extendidos de respaldo



Las características adecuadas se mostrarán posteriormente en los capítulos VI y IX, correspondientes a cálculos y hojas de especificación de equipo respectivamente.

Capítulo V Sistemas de distribución en media y baja tensión

5.1 Sistemas de distribución

Todo sistema eléctrico necesita de medios para distribución de energía; existen varios niveles de equipo, se inicia por interruptores principales, tableros de distribución paneles de alumbrado y receptáculos y por último interruptores localizados en cada equipo.

5.2 Interruptores

Los interruptores principales se dimensionan y localizan en la subestación; en las instalaciones de media y baja tensión, deberán estar dentro de tableros de distribución o en caja metálica con cubierta y manija o botones exteriores para su conexión y desconexión, existen diferentes clases de interruptores para las instalaciones pero los más usuales para voltajes no mayores de 600 volts son los siguientes.

- Interruptores de seguridad para servicio pesado para fusibles tipo cartucho hasta 600 volts
- Interruptores de seguridad normales de navajas y con portafusibles de cartucho
- Interruptores termomagnéticos

5.2.1 Interruptores termomagnéticos

Se fabrican desde 15 a 2000 amperes y sus tipos son para montarse en tableros o cajas metálica; para proyectar la instalación de interruptores, es necesario conocer sus características y para ello se muestra un cuadro de selección en corriente alterna.

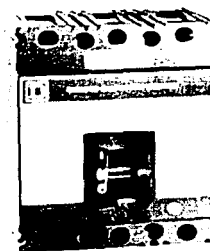
Interrupting Rating

Circuit Breaker Type	Number of Poles	Ampere Rating	UL Listed Interrupting Rating—RMS Sym. Amperes			
			AC Volts			DC Volts*
			120 Vac	120/240 Vac	240 Vac	48 Vd.
CO COB	1	10-70	10 kA	10 kA	NA	5 kA
		80-100	10 kA	10 kA	NA	NA
	2	10-70	10 kA	10 kA	NA	NA
		80-100	10 kA	10 kA	NA	NA
	3	15-60	NA	NA	NA	NA
		70-100	NA	NA	NA	NA
CO-11V CO-11V	2	10-30	10 kA	10 kA	NA	NA
		15-30	10 kA	10 kA	NA	NA
	2	15-30	10 kA	10 kA	NA	NA
		15-30	10 kA	10 kA	NA	NA
CO-W/CT COB-GT	1	15-30	22 kA	NA	NA	NA
	1	15-30	10 kA	10 kA	NA	NA
CO-11	1	15-30	10 kA	10 kA	NA	NA
	2	15-30	10 kA	10 kA	NA	NA
	3	15-30	10 kA	10 kA	10 kA	NA

*DC ratings do not apply to circuit breakers rated 10 amperes.
 NA = Not Applicable
 15,000 A and 5,000 A are 10...30
 † UL Listed 5,000 AIR on three phase grounded D phase.

Interruptor en caja moldeada

Incluye protección contra sobrecorriente y sus funciones principales son conectar y desconectar manualmente el circuito que están protegiendo y proteger el mismo circuito de forma automática; pueden emplearse de manera individual o combinada.



5.2.2 Interruptores para alta tensión

Los voltajes de operación normales son dependiendo de la zona en que se va a instalar el servicio comercial o de edificios; por ejemplo; en la ciudad de México, se suministran dos voltajes de: 6 kV y 23 kVolts., cuando los interruptores se encuentran dotados con fusibles del tipo alta capacidad interruptiva se conoce como seccionador bajo carga, tipo interior; estos y los interruptores en aire, son aceptados, para proteger las instalaciones en media tensión.

5.3 Tableros de distribución

Son el conjunto de interruptores y dispositivos que sirven de punto de partida y final en la distribución del sistema eléctrico; depende del servicio que requiera, los tableros se clasifican de la siguiente manera:

- Tableros de distribución principal
- Tableros de Centro de control de motores
- Paneles de iluminación y receptáculos

Para la selección correcta de los distintos tableros que requiere la Torre Siglum se debe aplicar el Artículo 384 de la NOM-001-SEDE-1999 que menciona "Todos los tableros de distribución y paneles de alumbrado y control instalados para el control de circuitos de alumbrado y fuerza deben cumplir con dicho artículo"

5.3.1 Definición

Tablero de distribución: Panel grande sencillo, estructura o conjunto de paneles donde se montan, ya sea por el frente, por la parte posterior, o en ambos lados, desconectores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras protecciones, barras conductoras de conexión común y usualmente instrumentos, los tableros de distribución de fuerza son accesibles generalmente por la parte frontal y la posterior, y no están previstos para ser instalados dentro de gabinetes.

Centro de control de motores: Conjunto de una o más secciones encerradas, que tienen barras conductoras comunes y que contienen principalmente unidades para el control de motores.

Panel de alumbrado y receptáculos: Panel sencillo, o grupo de paneles unitarios diseñados para ensamblarse en forma de un solo panel, accesible únicamente desde el frente, que incluye barras

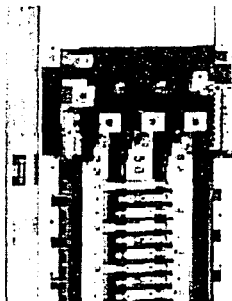
conductoras de conexión común y dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y otros dispositivos de protección; está equipado con o sin desconectores para el control de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza; diseñado para instalarlo dentro de un gabinete o caja de cortacircuitos ubicada dentro o sobre un muro o pared divisora y accesible únicamente desde el frente.

5.3.2 Medios de acometida

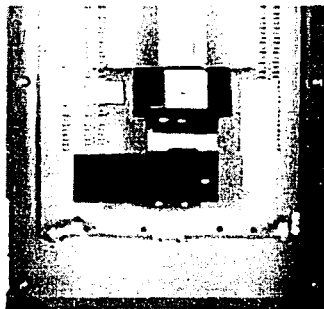
Los tableros de distribución, centros de control de motores y paneles de alumbrado cuentan con dos medios de acometida:

Zapatas principales. Son de tipo mecánico, pueden ser inferiores o superiores dependiendo del tipo de tablero y sus capacidades de corriente oscilan entre 100 y 1200 [A] para los modelos descritos más adelante.

Interruptor principal. Son de tipo electromagnético y se encuentran en capacidades de hasta 1200 [A].



100-225 A Main Lugs



Main Circuit Breaker and Tie
Neutral Compartment

5.3.3 Tipos de Tableros de distribución

A continuación se da una descripción general de tableros consultados para la investigación y al término del capítulo se hará la selección correspondiente para el diseño de la Torre Siglum.

Tablero NF

El tablero tipo NF ofrece flexibilidad superior de aplicación y desempeño para sistemas eléctricos comerciales e industriales hasta 480/277 [V], se usan comúnmente para alimentar sistemas de 277 [V] en iluminación fluorescente o cargas de motores pequeños.

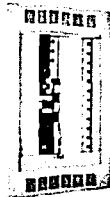
Tablero I-LINE Distribución de potencia

El tablero I-LINE es el más versátil de los existentes en el mercado, se usa para alimentar tableros tipo NQOD y NF de iluminación y fuerza, es ideal para el servicio del equipo de acometida y distribución principal de tableros y paneles en el sistema eléctrico en aplicaciones comerciales grandes o pequeñas.

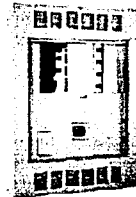
Tableros de Distribución



NF 250 Con zapatas principales



I-LINE® Tipo HCWM-U 1200 Con interruptor principal



I-LINE® Tipo HCW 600 Con interruptor principal.

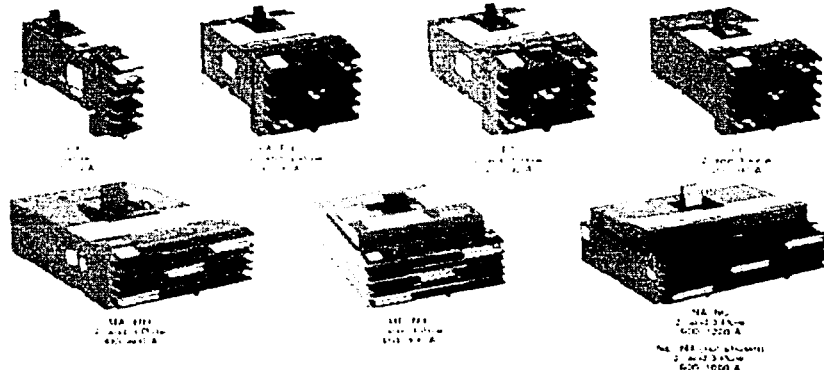
5.3.3.1 Dispositivos automáticos de protección

La NOM-001SEDE-1999 define al interruptor automático como el dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito por medios no-automáticos y para abrir el circuito automáticamente a una sobrecorriente en condiciones predeterminadas, sin dañarse a sí mismo, cuando se aplica apropiadamente dentro de su valor nominal y sus tipos son los siguientes:

Ajustable: Indica que el interruptor automático puede regularse para cambiar el valor de corriente eléctrica a la cual dispara o el tiempo requerido para hacerlo, dentro de límites definidos.

De retardo inverso: Término calificador que indica que en la acción de disparo del interruptor automático se ha introducido intencionalmente un retardo que decrece a medida que la magnitud de la corriente eléctrica aumenta.

Interruptor de circuito por falla a tierra: Dispositivo diseñado para la protección de personas, que funciona para desenergizar un circuito o parte del mismo, dentro de un período determinado, cuando una corriente eléctrica a tierra excede un valor predeterminado, menor al necesario para accionar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de alimentación.



Interruptores para tablero de distribución

5.4 Centros de control de motores

Los centros de control de motores (CCM) son tableros diseñados con barras conductoras comunes cuyo principal objetivo es el control y ordenamiento de motores dentro de un sistema eléctrico, están contruidos bajo la Norma Oficial Mexicana NMX -J-353- ANCE - 1999 NEMA-ICS- 1993, en las modalidades de construcción equivalentes a la clase I y II, así como a los tipos de alambrados I y II, técnica ampliamente experimentada en instalaciones de control de motores, con los requerimientos que demanda la industria moderna de alta tecnología.

Aplicación

Los centros de control de motores son recomendables en instalaciones donde:

- Sea necesario la concentración de los dispositivos de control y protección para la alimentación de motores, en un solo tablero
- Se exija una perfecta seguridad para los operadores
- Se requiera efectuar cambios o reparaciones bajo tensión, sin afectar otros circuitos en paralelo
- Se precisa una concentración de motores para procesos continuos o bajo cierta secuencia de operación
- Se necesita una protección confiable contra maniobras no deseadas

5.4.1 Clasificación de alambrado de CCM's según NEMA

La National Electrical Manufacturers Association (NEMA), Clasifica a los centros de control de motores por su alambrado.

Clase I. CCM's con unidades cuyo alambrado es independiente uno de otro, es decir no existen interalambrados entre unidades.

Clase II. CCM's con unidades cuyo alambrado interactúa con el de otras unidades; es decir existen interalambrados, con el fin de tener un sistema de control completo con enlaces, bloqueos y secuencias.

5.4.2 Tipos de CCM's

Cada fabricante cuenta con diseños propios, es donde el Ingeniero Mecánico Eléctrico tiene una amplia variedad de opciones para configurar el sistema eléctrico que diseña; resulta redundante mencionarlos; sin embargo la investigación describe un CCM comercial en México, como ejemplo práctico para la Torre Siglum.

El CCM se presenta en dos configuraciones:

- a) Gabinete de un solo frente dividido en 24 unidades de 80 mm cada una, por lo que puede alojar 6 módulos
- b) Gabinete de 2 frentes que se divide en 42 unidades de 80 mm cada una, de las cuales, en el primer lado (frente 1) se localizan 24 unidades disponibles; y en el segundo lado (frente 2) se localizan 18 unidades disponibles para las combinaciones de módulos que se requieran

Espacio para módulos

La distribución de los módulos en los gabinetes puede ser uniforme o combinada y depende del espacio requerido por las necesidades del proyecto, en estos espacios se alojará el equipo perteneciente a cada circuito derivado de motores, las dimensiones de estos espacios estarán en función del tamaño del motor a controlar y de la capacidad de las barras alimentadoras del CCM.

Modulo removible

El módulo puede contener combinaciones de interruptor – arrancador, interruptores individuales, arrancadores en estado sólido, variadores de velocidad, etc, la botonera está instalada en el módulo removible y es fácilmente abatible, facilitando el mantenimiento al módulo, esta botonera cuenta con perforaciones para lamparas y/o botones y una perforación para el botón de restablecer.

Para la conexión y la desconexión de los interruptores termomagnéticos, se utiliza un accionamiento vertical previsto de interlok mecánico para candado, el cual puede ser colocado en posición *on* u *off*, y un seguro mecánico que impide abrir la puerta cuando el interruptor se encuentra adentro o en servicio.

Los compartimentos para los módulos removibles están divididos por medio de una lámina de piso, la cual alinea los módulos correctamente con el bus, los cables de alimentación pueden entrar por la puerta superior o inferior del CCM de acuerdo al espacio disponible para su alambrado.

5.4.3 Arrancadores, tipos y funcionamiento

Para el arranque de toda clase de motores se utilizan dispositivos que, aparte de facilitarlo, tengan protecciones; a continuación se describen cuatro tipos disponibles:

- 1) Arrancadores a tensión plena
- 2) Arrancadores magnéticos combinados de navajas con fusibles
- 3) Arrancadores magnéticos combinados con interruptor magnético, de tipos no reversibles
- 4) Arrancadores a voltaje reducido

Los arrancadores a tensión plena, este tipo de arrancadores es el que comúnmente se utiliza para el control de arranque y para de motores, ya que es posible realizar este control mediante estaciones de arranque y paro, ya sean locales o remotas al pie de equipo

Los interruptores magnéticos combinados de navajas y fusibles se utilizan para arranque a tensión completa de motores hasta 25 Hp, 3F, 60Hz. y hasta 600 V.

Los interruptores magnéticos combinados no reversibles, están dotados de un interruptor termomagnético, arrancan también a tensión completa llevan un relevador de sobrecarga.

Los arrancadores de voltaje reducido, aparte de tener protección para sobrecarga y no voltaje, en su interior hay un autotransformador que reduce a la mitad el voltaje en el momento de arranque y después pasa a tensión completa.

5.4.3.1 Componentes de los arrancadores en módulo removible

Están equipados principalmente de:

- Interruptores termomagnéticos que proporcionan una protección confiable contra corto circuito, teniéndose una combinación de amplios rangos de interrupción hasta de 100, 000 A sin fusibles considerando interruptores termomagnéticos de alta capacidad interruptiva apropiados para este tipo de tablero.
- Relevadores de sobrecarga, proporcionan una extrema exactitud en la protección de motores contra efectos de sobrecarga.
- Contactores de corriente tripolares que aseguran la exactitud en la conexión y desconexión de motores.
- Bloques terminales con terminales completamente aisladas.
- Botones pulsadores de arranque – paro.
- Luz piloto conectado – desconectado.
- Botón pulsador de restablecer el cual activa el relevador de sobrecarga sin necesidad de abrir el módulo.
- Transformador de control en el caso de requerirse una tensión de control diferente a la tensión de la línea.
- Fusibles para el circuito de control; cuando se emplea transformador de control la entrada se protege con dos fusibles y el secundario con uno de la capacidad adecuada.

5.5 Paneles de alumbrado y receptáculos

La industria eléctrica encuentra en la actualidad diseños innovadores que proveen buen desempeño y flexibilidad para que la ingeniería pueda dar soluciones confiables, prácticas e innovadoras; dentro de estos diseños no hay que equivocarse el tipo de tablero que requiere cada sección de la red eléctrica que se diseñe, para lo cual se mencionan dos diferencias importantes.

Las diferencias que existen entre los paneles de alumbrado y distribución son las siguientes:

Panel de alumbrado

- El 10% o más de los circuitos derivados son de 30 [A] o menos (Art. 384-14 NOM-001-SEDE-1999)
- Tiene conexiones para neutro
- Tiene un máximo de 42 interruptores derivados (Art. 384-15. NOM-001-SEDE-1999; “En un gabinete o caja para cortacircuitos, no se deben instalar más de 42 dispositivos de sobrecorriente alimentados de la misma barra conductora; a demás del principal de alimentación para circuitos derivados de alumbrado y aparatos eléctricos”).
- Para accesorios o interruptores especiales se admiten gabinetes con 54 espacios.

Tablero de Distribución

Son todos aquellos que no se definan como panel de alumbrado y control.

- El número máximo de circuitos y calibración de los mismos están sujetos a sus dimensiones físicas.
- Están diseñados para proteger redes de baja tensión, pequeñas y medianas.

5.5.1 Protecciones

Los paneles de alumbrado y receptáculos para circuitos derivados se deben proteger individualmente contra sobrecorriente en el lado del suministro, por no más de dos interruptores automáticos principales, o por dos juegos de fusibles que tengan una capacidad nominal combinada inferior a la del panel.

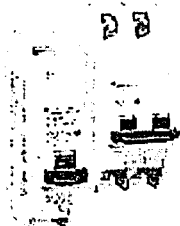
Nota: No es necesario proteger individualmente un panel de alumbrado y receptáculos, si el alimentador del panel de alumbrado y control tiene una protección contra sobrecorriente inferior a la capacidad nominal del panel.

La NOM-001-SEDE-1999 indica en el Art. 384-16 que los paneles de alumbrado y receptáculos equipados con interruptores de resorte (desconectadores de acción rápida) de 30 [A] nominales o menos, deben tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente que no exceda 200 [A] y cuando se alimente a través de un transformador, la protección contra sobrecorriente debe estar en el secundario del transformador, a continuación se muestran algunos dispositivos de protección para paneles de alumbrado y receptáculos que cumplen con lo dispuesto en el artículo 384-16 de la NOM-001-SEDE-1999.

Interruptores Miniatura



El interruptor QO® cuenta con un indicador para identificación clara e instantánea de la operación del mismo.



El interruptor MULTI 9™ miniatura versión Merlin Gerin UL 1077 familia de protectores de circuito de montaje en riel. Disponible para corrientes inferiores a 10 [A]



El interruptor HOMELINE es de la familia de productos que ha expandido su campo de aplicación.



Interruptor D-lect™ con circuito ICFT
Este interruptor se diseña específicamente para detectar la corriente peligrosa por falla arco a tierra y provee la protección de sobrecarga y corto - circuito de protección tradicional.

5.5.2 Selección y especificación de tablero de alumbrado y receptáculos

Paneles de alumbrado y receptáculos

La NOM-001-SEDE-1999 menciona en el Art. 384, diversas disposiciones que los paneles de alumbrado deben cumplir para tal efecto se describen los artículos que a la Torre Siglum corresponde, todos deben tener parámetros nominales no-menores a los mínimos del alimentador según la carga calculada, de acuerdo con lo establecido en el Art. 220. Los paneles de alumbrado y receptáculos, deben contener medios físicos que eviten la instalación de más dispositivos de sobrecorriente, manteniendo el diseño y dimensión del gabinete original.

Para los fines de diseño en la instalación eléctrica, se considera que un interruptor automático de dos polos equivale a dos dispositivos de sobrecorriente y un interruptor automático de tres polos equivale a tres dispositivos de sobrecorriente. de tal manera la investigación hizo la selección de los centros de carga NQO y los paneles de alumbrado y receptáculos NQOD que a continuación se describen:

Centros de carga NQO son equipos pequeños para la distribución eléctrica, reúnen las características de seguridad especificadas par a paneles de alumbrado, se fabrican en distintos tamaños y son para servicio interior; los centros de carga se instalan en sistemas de 240/127 [V] para distribución ligera de fuerza o de alumbrado.

Panel de alumbrado y receptáculos NQOD es de familia de iluminación tiene un registro probado de buen desempeño y confiable para sistemas de 240 [V] máximos, razón por la cual la industria eléctrica los especifica frecuentemente para energizar sistemas de iluminación y cargas eléctricas pequeñas en instalaciones comerciales.

Capítulo VI Memoria de cálculo

La memoria de cálculo es el documento que justifica la selección de equipo y material que el proyecto requiere.

6.1 Generalidades

El proyecto corresponde al diseño de instalación eléctrica del inmueble destinado a servicios de comercio y oficina, propiedad de:

Titular del inmueble

En este apartado se describirán los datos legales del propietario, sean estos:

Nombre o denominación social

Domicilio

Localización

Torre Siglum; propiedad de Grupo SARE, S.A. de C.V.

Localización: Av. Insurgentes Sur 1898, Col. Guadalupe Inn, Delegación Alvaro Obregón, México D.F.

Objetivo

Lograr la determinación de las características de la instalación, que proporcionará energía eléctrica en forma adecuada para la realización de las labores propias del inmueble, de manera segura y eficiente.

6.2 Descripción del proyecto

El proyecto ampara la instalación eléctrica de alumbrado, contactos, fuerza, y alimentadores generales, pertenecientes al proyecto denominado Torre Siglum, el cual consiste en la implementación de un sistema de alumbrado de tipo comercial y oficinas, salidas para receptáculos, equipos de aire acondicionado, elevadores equipo de servicios, servicios de respaldo y alimentación de equipo a instalar por parte del cliente

6.2.1 Especificaciones, normas y reglamentos

Para llevar a cabo el proyecto de diseño eléctrico se debe fundamentar en la Normas Mexicanas, las recomendaciones generales para obras construidas por terceros y a las especificaciones indicadas en los planos y demás documentos que integran el proyecto.

A menos que se especifique lo contrario, todo el equipo y material deberá apearse a la última edición de las siguientes especificaciones:

ANSI:	American National Standard Institute.
NEMA:	National Electric Manufactures Association.
ASTM:	American Society of Testing Materials.
NMX-J-118:	Norma Mexicana para Equipo Eléctrico.
NFPA	National Fire Protection Association.
NEC	National Electrical Code.
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers.
IPCEA	Insulated Power Cable Engineer Association.
NOM-001-SEDE-1999	Norma Oficial Mexicana relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica.

6.2.2 Alcance

El objetivo del diseño será proveer una instalación eléctrica con las siguientes características:

Seguridad
Flexibilidad
Confiabilidad
Facilidad de expansión
Simplicidad
Economía

6.2.3 Sistema de Distribución

El suministro en media tensión se proporciona a un voltaje de 23 [kV], 3F-3H al edificio torre Siglum, por parte de Luz y Fuerza del Centro. El sistema de distribución en baja tensión para los servicios de alumbrado, receptáculos y otros servicios a los usuarios será de 220 / 127 Vca, 3F-4H, 60 Hz. Los sistemas de fuerza y aire acondicionado utilizan un sistema de distribución de 440 / 254 Vca 3F-4H, 60 Hz.

6.2.4 Canalizaciones

La Torre Siglum empleará tubería conduit metálica galvanizada, pared delgada y pared gruesa; tubería conduit de PVC servicio pesado tipo R1; soportes tipo charola tipo escalerilla; ducto cuadrado embisagrado; tuberías flexibles; debiéndose cumplir en lo general con lo indicado por la NOM-001-SEDE-1999, Art. 34; ver descripción y aplicaciones en capítulo ocho.

6.2.5 Conductores en baja tensión

Los cables utilizados deberán ser del tipo THW –LS 90 °C con aislamiento para 600V. En general se utilizarán conductores de cobre concéntrico clase B, para alimentadores de fuerza, control y alumbrado. El aislamiento será a base de cloruro de polivinilo (PVC) para 90°C del tipo THW con aditivos que le confieran características tales como: baja emisión de humos, deslizantes y no tóxicos en caso de combustión.

6.3 Relación de planos

- IE-01 Alumbrado en piso de oficinas sistema normal
- IE-02 Alumbrado en piso de oficinas sistema emergencia
- IE-03 Alumbrado de sótanos sistema normal
- IE-04 Alumbrado de sótanos sistema emergencia
- IE-05 Alumbrado planta baja
- IE-06 Contactos piso de oficinas sistema normal
- IE-07 Sistema de fuerza
- IE-08 Sistema de tierras físicas
- IE-09 Diagrama unifilar
- IE-10 Diagrama unifilar
- IE-11 Diagrama unifilar
- IE-12 Diagrama unifilar

Para la consulta de los planos refiérase al anexo 3

6.4 Diagrama unifilar

El diagrama unifilar, es la representación gráfica de toda la instalación eléctrica, se representan las trayectorias, conexiones de equipos, especificaciones, voltajes de alimentación y capacidades de las protecciones principales, así como la nomenclatura de todos los tableros y elementos utilizados; esta información se puede consultar en el anexo 3.

6.5 Parámetros eléctricos normativos de la Torre Siglum

En capítulos anteriores se ha hecho referencia de la normatividad de la NOM-001-SEDE-1999. Sin embargo en esta sección se abordarán estos y otros lineamientos, con la finalidad de ampliar y desarrollar el proceso de cálculo.

Cálculo de circuitos derivados

Un circuito derivado es aquel cuyo fin es alimentar a las cargas finales, siendo estas salidas para alumbrado, receptáculos, salidas especiales, entre otras. Para la correcta selección del conductor de un circuito derivado es importante considerar varios factores importantes como lo son; la carga a instalada, el voltaje nominal aplicado a la carga, la capacidad de la protección principal del circuito,

la corriente nominal que circulará por el circuito, el valor máximo de la caída de tensión, factor de potencia, factor de demanda, entre otros. En general, los conductores de los circuitos derivados deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la carga máxima que alimentan. (ver Art. 210-19 NOM-001-SEDE-1999). Para el cálculo de los circuitos derivados (Art. 220-3), las cargas de los circuitos derivados deben cumplir con las siguientes recomendaciones:

Cargas continuas y no continuas; la capacidad nominal del circuito derivado no debe ser inferior a la carga no-continua más 125% de la carga continua, el tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la carga no-continua, más 125% de la carga continua. Una vez seleccionado el conductor se deberá realizar el ajuste de la sección transversal del conductor con base a la caída de tensión, que en este caso será no mayor al 3%

6.5.1 Formulas básicas

El calibre de un conductor a utilizar, así como su sección transversal y ampacidad, se debe determinar mediante el cálculo de la corriente nominal del circuito, la caída de tensión y el ajuste realizado en base al interruptor de dicho circuito, todo esto tomando como base lo dispuesto en la NOM-001-SEDE-1999.

Circuitos monofásicos (alumbrado y receptáculos)

Por conducción de corriente (ampacidad)

$$I_N = \frac{P}{V_n \cos \theta}$$

I_N = Corriente nominal en amperes

P = Potencia en watts

V_n = Tensión al neutro en volts

$\cos \theta$ = Factor de potencia

$$I_C = \frac{I_N}{FT \times FA}$$

I_C = Corriente corregida en amperes

I_N = Corriente nominal en amperes

FT = Factor de temperatura

FA = Factor de agrupamiento

Por caída de tensión

$$S_{Cu} = \frac{4 \times L I_N}{V_n (\%e)}$$

S_{Cu} = Sección transversal del conductor en mm^2

I_N = Corriente nominal del circuito derivado en amperes

L = Longitud media en metros del tablero a cada circuito correspondiente

V_n = Tensión al neutro en volts

$\%e$ = Caída de tensión en por ciento

Circuitos trifásicos

Por conducción de corriente (ampacidad)

$$I_N = \frac{P}{3(V_{ff} \cos \theta)}$$

I_N = Corriente nominal en amperes

P = Potencia en watts

V_{ff} = Tensión al neutro en volts

$\cos \theta$ = Factor de potencia

$$I_C = \frac{I_N}{FT \times FA}$$

I_C = Corriente corregida en amperes

I_N = Corriente nominal en amperes

FT = Factor de temperatura

FA = Factor de agrupamiento

Por caída de tensión

$$S_{cu} = \frac{2 \times L I_N}{V_n (\%e)}$$

S_{cu} = Sección transversal del conductor en mm^2

I_N = Corriente nominal del circuito derivado en amperes

L = Longitud media en metros del tablero a cada circuito correspondiente

V_n = Tensión al neutro en volts

$\%e$ = Caída de tensión en por ciento

6.5.2 Cálculo de la protección de circuitos derivados

El Art. 210-20 menciona que los conductores de circuitos derivados y equipos deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad nominal o ajuste:

Que no exceda la especificada en la sección 240-3 para los conductores

Que no exceda a la especificada en los Artículos aplicables de la sección 240-2 para equipo

De manera general la capacidad de protección contra sobre corriente de los circuitos derivados cuando se tienen diferentes tipos de cargas se permite realizar el ajuste de las protecciones, tomando en cuenta que la capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados que alimenten a cargas continuas y no continuas, no debe ser inferior a la carga no continua más el 125% de la carga continua.

6.5.3 Cálculo de alimentadores eléctricos para tableros y circuitos principales

Un circuito alimentador es el que provee energía a otros centros de distribución, ya sean tableros, CCM's o cargas que por sus características deben ser consideradas como críticas; este tipo de circuitos se divide sobre la base de su importancia, pudiendo clasificar a los circuitos alimentadores en primarios, secundarios y alimentadores de cargas específicas, ésta clasificación puede ser aplicada tanto en media tensión como en baja tensión.

Para el cálculo de los alimentadores es necesario agrupar las cargas a alimentar según el diseño de la red de alimentación, una vez obtenida la carga instalada se procede a obtener los parámetros necesarios; obtenidos a partir de la carga del proyecto definido, para el cálculo del conductor. Este cálculo debe cumplir con el Art. 215 de la NOM-001-SEDE-1999.

En el caso de la Torre Siglum, las consideraciones para el cálculo de alimentadores de tableros de distribución, se basa en la carga instalada de cada tablero, considera un factor del 25% de crecimiento. La mayor parte de las cargas instaladas en este tipo de tableros son cargas que pueden ser consideradas como continuas y no continuas. En estos casos el calibre mínimo de los conductores no deberá ser menor a 30 amperes, ver art. 215-2-a) NOM-001-SEDE-1999. Por otra parte, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de los alimentadores no deberá ser inferior a la capacidad de la protección principal de dicho circuito, tomando en cuenta los factores de agrupamiento y temperatura de los mismos.

De tal forma se debe hacer un ajuste en la sección transversal de los conductores en base a la caída de tensión, la cual no debe ser superior al 2%; en donde la suma de caídas de tensiones desde el punto de acometida hasta el último punto de alimentación no sea mayor al 5%; tal como lo estipula el Art. 215-b, nota 1 de la NOM-001-SEDE-1999. Entonces la protección contra sobrecorriente de los alimentadores debe estar calculada en base a la carga instalada continua, mas el 25% de la carga no continua.

6.5.4 Cálculo de circuitos para motores

Los motores son dispositivos que transforman la energía eléctrica, en energía mecánica, en la modalidad de movimiento rotatorio, en el Art. 430 de la NOM-001-SEDE-1999, se indican todas las consideraciones que deben ser tomadas en cuenta para su operación y protección.

Cálculo de circuitos derivados para motores

De manera general, los conductores del circuito derivado que suministran energía a un solo motor, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor a 125% de la corriente nominal a plena carga. Cuando se alimente a un grupo de motores; el circuito alimentador deberá tener una capacidad de conducción de corriente cuando menos de la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores más el 25% de corriente nominal del motor mayor del grupo.

$$I = \sum I_{nom} + 0.25 \times I_{M_{max}}$$

Cuando se tienen varios motores y otras cargas, los conductores deben tener una capacidad de conducción de corriente, cuando menos de la suma de las corrientes a plena carga nominales de todos los motores, más un 25% de la corriente nominal del motor mayor del grupo, más la corriente nominal de las otras cargas.

$$I = 1.25 \times I_{Motor\ mayor} + \sum I_{Otras\ motores} + I_{Otras\ cargas}$$

Así también, cuando los motores no operen al mismo tiempo, o lo hagan de manera intermitente, es permitido utilizar factores de demanda en los alimentadores de tal forma que tengan una capacidad de conducción de corriente menor que la especificada en los párrafos anteriores; pero se debe cumplir que los conductores tengan suficiente capacidad de conducción de corriente de plena carga de acuerdo con el tamaño y número de los motores a alimentar y las características y régimen de trabajo de las cargas; entonces, los conductores que alimenten un motor o motores que se utilicen por corto tiempo o en forma intermitente, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor a la indicada en siguiente tabla.

Tabla Excepción de 430 - 22(a). Por ciento para determinar el tamaño nominal de los alimentadores a motores de acuerdo con el régimen de trabajo

Clasificación del servicio	Por ciento de la corriente eléctrica nominal indicada en la placa			
	Régimen de trabajo del motor			
	5 minutos	15 minutos	30 y 60 minutos	Servicio continuo
De corto tiempo Accionamiento de válvulas, ascenso y descenso de rodillos	110	120	150	—
Servicio intermitente Ascensores y montacargas, máquinas herramientas, bombas y puentes levadizos, mesas giratorias, etc. Para soldadoras de arco, véase 630-21	85	85	90	140
	85	90	95	140
Servicio periódico: Rodillos, equipos para manejo de minerales y carbón, etc. Trabajo variable	110	120	150	200
<i>Cualquier motor debe considerarse en trabajo continuo, a menos que la naturaleza del aparato eléctrico que accione, no trabaje continuamente con carga, bajo ninguna condición durante su operación.</i>				

6.5.4.1 Protección de motores

La protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra debe ser capaz de soportar la corriente eléctrica de arranque del motor. El ajuste de la protección contra cortocircuito deberá ser seleccionado en base a la Tabla 430-152 de la NOM-001-SEDE-1999.

Tabla 430-152. Valor nominal máximo o ajuste para el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado del motor

Por ciento de la corriente eléctrica a plena carga				
Tipo de motor	Fusible sin retardo de tiempo**	Fusible de dos elementos** (con retardo de tiempo)	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso*
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores de CA, polifásicos, que no sean de rotor devanado.				
Jaula de ardilla	300	175	800	250
Otros que no sean diseño E	300	175	1100	250
Diseño E				
Motores síncronos	300	175	800	250
Rotor devanado	150	150	800	250
c.c. (tensión eléctrica constante)	150	150	250	150

Para ciertas excepciones a los valores especificados, véase 430-52 hasta 430-54.
 Los valores dados en la última columna comprenden también las capacidades de los tipos no-ajustables de tiempo inverso, los cuales pueden modificarse como se indica en 430-52.
 Los valores en la columna para fusible sin retardo de tiempo aplican para fusibles Clase CC con retardo de tiempo.
 Los motores síncronos de bajo par de arranque y baja velocidad (comúnmente 450 RPM o menos), como son los empleados para accionar compresores recíprocos, bombas, etc., que arrancan en vacío, no requieren una capacidad de fusible o un ajuste mayor a 200% de la corriente eléctrica a plena carga.

Estos valores de los dispositivos de protección pueden ser ajustados al tamaño o capacidad inmediata superior, en caso de no existir capacidades nominales, acordes a la tabla anterior.

En los casos en los cuales los valores indicados en la tabla no sean suficientes para la corriente eléctrica de arranque del motor, es permitido realizar los siguientes ajustes:

La capacidad nominal de un fusible del tipo sin retardo y no-mayor de 600 A puede aumentarse, pero en ningún caso debe exceder 400% de la corriente eléctrica del motor a plena carga.

La capacidad nominal de un fusible con retardo de tiempo (doble elemento) puede ser aumentada, pero en ningún caso debe exceder de 225% de la corriente eléctrica a plena carga.

El ajuste de un interruptor automático de tiempo inverso puede aumentarse, pero en ningún caso debe excederse (1) 400% de la corriente eléctrica a plena carga del motor de 100 A o menos o (2) 300% para corriente eléctrica a plena carga de 100 A o mayor.

La capacidad nominal de un fusible clasificado entre 601 a 6000 A puede ser aumentada, pero en ningún caso debe exceder el 300% de la corriente eléctrica del motor a plena carga.

En el caso de la Torre Siglum, todos los valores de corrientes de motores se consultaron de la siguiente tabla de corrientes a plena carga de motores; para factor de potencia de 90% y 80%, los valores de la tabla deben multiplicarse por 1,1 y 1,25 respectivamente

Tabla 430 – 150 Corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a.

kW	CP	Motor de inducción Jaula de ardilla y rotor devanado (A)						Motor síncrono, con factor de potencia unitario (A)				
		V										
		115	200	208	230	460	575	2300	230	460	575	2300
0,373	1/2	4,4	2,5	2,4	2,2	1,1	0,9					
0,560	3/4	6,4	3,7	3,5	3,2	1,6	1,3					
0,746	1	8,4	4,8	4,6	4,2	2,1	1,7					
1,119	1-½	12,0	6,9	6,6	6,0	3,0	2,4					
1,49	2	13,6	7,8	7,5	6,8	3,4	2,7					
2,23	3		11,0	10,6	9,6	4,8	3,9					
3,73	5		17,5	16,7	15,2	7,6	6,1					
5,6	7-½		25,3	24,2	22	11	9					
6,46	10		32,2	30,8	28	14	11					
11,19	15		48,3	46,2	42	21	17					
14,92	20		62,1	59,4	54	27	22					
18,65	25		78,2	74,8	68	34	27		53	26	21	
22,38	30		92	88	80	40	32		63	32	26	
29,84	40		120	114	104	52	41		83	41	33	
37,3	50		150	143	130	65	52		104	52	42	
44,76	60		177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
55,95	75		221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
74,60	100		285	273	248	124	99	26	202	101	81	20

6.5.5 Cálculo de circuitos alimentadores para transformadores

Los transformadores desarrollan la función principal de modificar el voltaje para encontrar los valores convenientes, según la carga que se alimente, en esta parte se hace referencia a transformadores que por el valor de su potencia y los niveles de voltaje que manejan corresponde a las aplicaciones comerciales.

Cálculo de los conductores en los circuitos con transformadores

Los conductores que alimentan el lado primario de los transformadores y las derivaciones del lado secundario, se calculan para ciclos de trabajo continuos y no continuos. Para las cargas de ciclo continuo se calculan al 125% de la capacidad total en VA o kVA, o a su corriente nominal, las cargas con ciclos de operación no continuo se calculan al 100%.

Lado primario

Los conductores que suministran potencia entre el equipo de servicio y el lado primario de los transformadores, se calculan sobre la base de los kVA nominales del transformador o de carga alimentada.

Lado secundario

Los conductores derivados del lado secundario del transformador están usualmente dimensionados conforme al valor de la carga que alimentan y su protección correspondiente; sin embargo, pueden ser calculados en base a la protección de la capacidad del transformador, tomando como referencia la tabla 450-3 del artículo 450 de la NOM-001-SEDE-1999.

Protección de los transformadores contra sobrecorriente

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben instalar en lados primario y secundario de un transformador. Los dispositivos de sobrecorriente que se instalan en el lado primario protegen contra cortocircuito y fallas a tierra; los que se instalan en el lado secundario del transformador protegen a los devanados contra sobrecarga.

Estos dispositivos de protección contra sobrecorriente, se dimensionan y seleccionan a capacidades y ajustes de manera que pueden proteger los conductores y devanados de los transformadores contra cortocircuito, fallas a tierra y sobrecarga. La protección del transformador en su lado secundario, puede ser ajustada sobre la carga instalada o a la capacidad del transformador; la protección del lado primario siempre será en base a la capacidad del transformador, esto sin olvidar el nivel de tensión aplicado.

Protección de transformadores de más de 600 V

En general, este tipo de transformadores se protege contra sobrecorriente tomado como base la tabla 450-3(a)(1), de la NOM-001-SEDE-1999, la cual se encuentra en función del tipo de elemento de protección propuesto para el transformador y de su impedancia.

Tabla 450-3 (a)(1). Transformadores de más de 600 V

Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente					
Primario			Secundario		
Más de 600 V			Más de 600 V		600 V o menos
Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático o capacidad del fusible
No-más del 6%	600%	300%	300%	250%	125%
Más del 6% y no más del 10%	400%	300%	250%	225%	125%

En instalaciones supervisadas; cuando el transformador se encuentra en condiciones donde solo personal autorizado tenga acceso a labores de mantenimiento es posible ajustar la protección en base a la tabla 450-3(a)(2)(b) de la NOM-001-SEDE-1999.

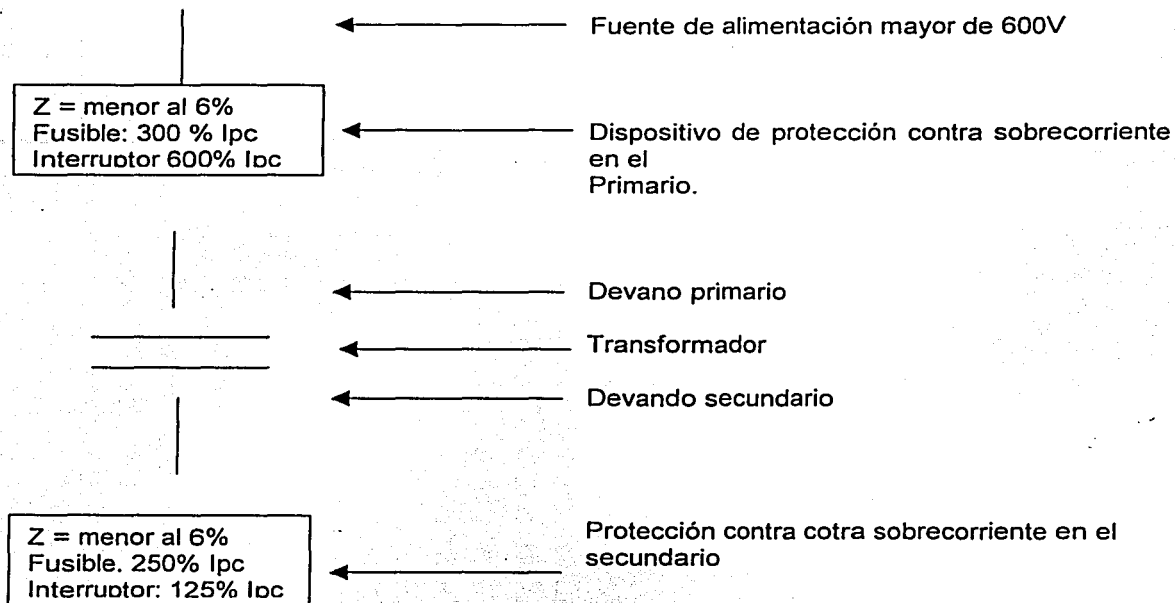
Tabla 450-3 (a)(2)(b). Transformadores de más de 600 V en lugares supervisados

Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente					
Primario			Secundario		
Más de 600 V			Más de 600V		600 V o menos
Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático o capacidad del fusible
No-más de 6%	600%	300%	300%	250%	250%
Más de 6% y no más de 10%	400%	300%	250%	225%	250%

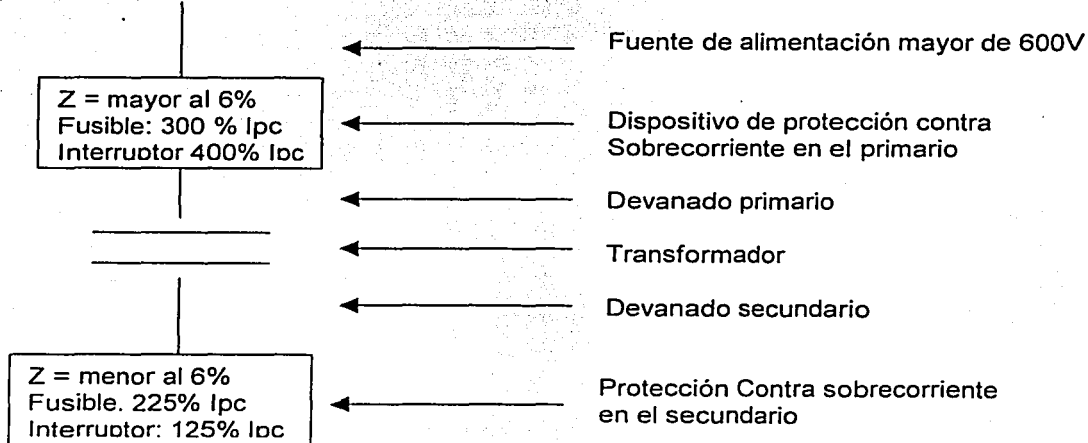
6.5.5.1 Resumen normativo de protección a transformadores

Transformadores mayores de 600 V con una impedancia menor al 6%

Transformadores en localidades no supervisadas; los valores se seleccionan de acuerdo al voltaje e impedancia del transformador, aplicando las reglas normativas que aparecen a continuación.



Protección contra sobrecorriente para transformadores menores de 600Volts con una impedancia mayor del 6% y menor de 10%



Protección contra sobrecorriente para transformadores con voltaje primario mayor de 600 Volts y voltaje secundario de 600 Volts o menos.

6.6 Procedimiento de cálculo

Su elaboración corresponde a cálculos típicos que deben realizarse; el resumen de los cálculos se encuentra en el anexo 2 en los correspondientes cuadros de carga.

6.6.1 Descripción de la carga instalada en la Torre Siglum

Carga de alumbrado y receptáculos; el cálculo de alumbrado y receptáculos se realizó en base a dos plantas arquitectónicas tipo; la primer planta contempla los servicios generales y comunes del edificio y la segunda planta se definió a partir de las consideraciones dadas por el cliente que ocupará el espacio en renta; éstas plantas se diseñaron utilizando el método de cavidad zonal en el caso de alumbrado y la carga de contactos se diseñó con respecto a las necesidades del cliente. El cálculo de iluminación se puede consultar en el capítulo siete en donde se describe el espacio, las luminarias y lámparas y el nivel de iluminación que se requiere.

Carga de equipo de fuerza; el equipo de fuerza está compuesto por los siguientes sistemas: *Sistema de Aire Acondicionado;* el diseño y la especificación de estas unidades es dada por el experto en aire acondicionado en conjunto con el diseño arquitectónico de la Torre Siglum y esta compuesto por las siguientes unidades:

Unidades manejadoras de aire (UMA's): el sistema de UMA's se planteo con alimentación centralizada en la subestación con equipo de respaldo de energía eléctrica y un control local de encendido e interrupción para labores de mantenimiento, se considera que la ventilación es uno de los sistemas importantes para una instalación y por lo tanto el control debe ser restringido.

Unidades generadoras de agua helada (UGAH's): el sistema de UGAH's contempla un subsistema de bombeo de agua que en conjunto representan una carga eléctrica considerable por lo que el diseño de la alimentación eléctrica se distribuyó en una segunda subestación ubicada lo más próximo posible al equipo para disminuir la caída de tensión, costos de instalación y facilitar las labores de implantación de las máquinas.

Unidades de extracción e inyección de aire: parte del sistema se encuentra a nivel de sótanos con un control local de interrupción de energía para labores de mantenimiento y el complemento del sistema está compuesto por un extractor y un inyector de aire ubicados en la azotea con alimentación eléctrica a partir de la subestación ubicada en sótanos.

Sistema de bombeo; esta compuesto por motores de distintas capacidades ubicados en lugares cercanos a aplicaciones como:

- protección contra incendios (PCI)
- agua potable
- aguas residuales
- ambientación

En el diagrama unifilar (anexo 3) se pueden observar a detalle las características y ubicación del equipo.

Sistema de transporte: compuesto por ascensores y montacargas en donde la carga principal son los motores ubicados en cada unidad de transporte; ver anexo tres.

En el siguiente inciso se determinará el procedimiento de cálculo propuesto para resolver la alimentación de cada unidad de carga.

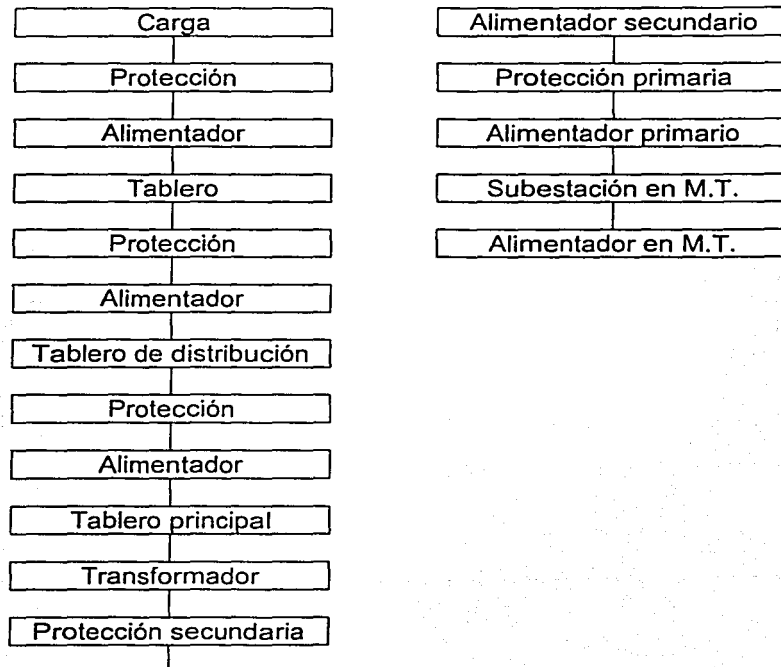
6.6.2 Procedimiento general de cálculo

Una instalación eléctrica tiene variantes pero en general las partes que componen el diseño y cálculo son las siguientes:

- Carga y sus características
- Flexibilidad y distribución de la energía eléctrica
- Fuente de alimentación
- Continuidad y alimentación de respaldo
- Seguridad en la instalación
- Costo de instalación, operación y mantenimiento
- Control de la energía
- Requerimientos normativos en instalaciones, ambientales y legales

Para tener una estructura más abstracta del procedimiento de cálculo se propone el siguiente diagrama de flujo para su determinación.

Procedimiento general de cálculo eléctrico para la Torre Siglum



Una vez definido el camino para lograr el suministro de energía eléctrica cabe mencionar la necesidad de contar con la definición de cargas (ver anexo 3) que deben tener servicio de respaldo (Continuidad), a partir de este concepto, se definirá una fuente alternativa de respaldo; esta información se puede consultar en el capítulo 4 donde además se menciona el sistema de respaldo UPS útil para cargas críticas locales. Y los cálculos típicos se describen en el siguiente inciso; en donde se abordaran: protecciones, alimentadores, tableros y demás conceptos que involucran.

6.6.2.1 Cálculo de parámetros eléctricos

De acuerdo al procedimiento de cálculo descrito se desarrollará el cálculo de los parámetros eléctricos que involucra la Torre Siglum, sin olvidar que los resultados específicos y criterios normativos se encuentran vertidos en los cuadros de carga y planos eléctricos situados en el anexo dos y tres; por lo que la definición de la carga es el inicio del procedimiento de cálculo, es a partir del tipo y características de la misma que se determina la protección a utilizar; tal como se describió en el inciso 6.5, se menciona que es muy distinto calcular protección para un circuito de alumbrado que para motores.

El cálculo del alimentador en este caso se refiere a un circuito de 120 Volts, donde el dimensionamiento, selección, e identificación depende de la magnitud de la carga y tipo de protección que se utilice, para mayor detalle se debe referir al capítulo 3, inciso 3.2 y al capítulo 9 donde se encontrarán factores para el dimensionamiento de las canalizaciones de los alimentadores.

Cálculo del circuito derivado N-1 (alumbrado sótano planta tipo)

Datos:

C_i = Carga instalada en el circuito
 V_f = Voltaje entre fases
 L = Longitud del circuito alimentador
 $\%e$ = Caída de tensión
 FA = Factor de agrupamiento
 FT = Factor de temperatura

C_i = 320 W
 V_f = 127 V
 L = 54 Mts
 $\cos \emptyset$ = 0.9
 $\%e$ = 3.0 %
 FA = 0.8
 FT = 1.0 (considerando una temperatura de 26° a 30°C)

Por ampacidad:

$$I_N = \frac{320}{127 \times 0.9} = 2.79 \text{ Amp.}$$

Por sobrecarga $I_N = 2.79 \times 1.25 = 3.49 \text{ Amp.}$

Debido a que se trata de un circuito derivado, y de acuerdo a la norma; se permite agruparlo con otros circuitos derivados en una sola canalización, con la condición de afectar los conductores

eléctricos, con el factor de agrupamiento y el factor de temperatura, de acuerdo al artículo 310-15, tenemos:

$$I_c = \frac{3.49}{1.0 \times 0.8} = 4.36 \text{ Amp.}$$

Se utilizara un calibre 12 AWG mínimo

$$S = \frac{4 \times 54 \times 2.79}{127 \times 3.0} = 1.58 \text{ mm}^2$$

La cual corresponde a una sección transversal para un conductor calibre 14 AWG es igual a 2.082 mm²; el conductor seleccionado para este circuito es el calibre 12 AWG.

Cálculo de la caída de tensión de acuerdo al calibre del conductor seleccionado.

$$\%e = \frac{4 \times 54 \times 2.79}{127 \times 3.307} = 1.43\%$$

Finalmente, su cédula de cableado es:

2 - 12 AWG

1 - 12 AWG desnudo (t.f.)

En tubería conduit pared delgada galvanizada de 16 mm de diámetro.

El conductor para tierra física, se selecciona de acuerdo a la tabla 250-95 "Sección Transversal mínima de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos" de NOM-001-SEDE-1999.

Para los cálculos de los demás circuitos derivado; ver Cuadros de Carga.

El cálculo y selección del tablero de alumbrado y receptáculos es una de los procesos que involucra decisiones técnicas, de flexibilidad, de control y económicas, para ello se debe referir al capítulo 5, inciso 5.5 en donde se describe el proceso de selección de tableros.

Cálculo del alimentador principal e interruptor principal para tableros de alumbrado y contactos

Fórmulas:

$$C_T = C_{\text{instalada}} + \text{Reserva}$$

Donde:

C_T = Carga total en watts

$C_{\text{instalada}}$ = Carga total instalada en watts

Reserva = Es el porcentaje de crecimiento esperado de la instalación. Este proyecto esta considerando que no se tendrá crecimiento. Ya que el diseño está en base a los requerimientos del cliente

Por conducción de corriente (ampacidad)

$$I_N = \frac{C_T}{3 \times V_f \times \text{Cos } \theta}$$

Donde:

- I_N = Corriente nominal en amperes
- C_T = Carga total en watts
- V_f = Tensión entre fases en volts
- $\text{Cos } \theta$ = Factor de potencia

$$I_C = \frac{I_N}{FT \times FA}$$

Donde:

- I_C = Corriente corregida en amperes
- I_N = Corriente nominal en amperes
- FT = Factor de temperatura
- FA = Factor de agrupamiento

Por caída de tensión

$$S_{CU} = \frac{2 \times 3 \times L I_N}{V_f (\%e)}$$

Donde:

- S_{CU} = Sección transversal del conductor en mm^2
- I_N = Corriente nominal en amperes
- L = Longitud en metros del tablero a cada circuito correspondiente
- V_f = Tensión entre fases en Volts
- $\%e$ = Caída de tensión en por ciento

Cálculo del Interruptor

$$I_D = 1.25 \times I_N$$

Donde:

- I_D = Corriente de disparo en amperes
- I_N = Corriente nominal en amperes

Existen dos tipos de protección para tableros de alumbrado y receptáculos, uno es por medio de zapatas y otro por medio de interruptores, en este último existen una variedad de opciones que no se abordarán en la investigación pero se consideraron (ver capítulo 3), este proceso de cálculo va referido a la corriente que se demanda y se detallará más adelante.

Cálculo de protección principal, y circuito alimentador para el tablero "A" de alumbrado y contactos.

El primer paso para calcular en tablero y alimentador principal, es la obtención de la carga total instalada en el tablero, así como su factor de reserva de crecimiento, en nuestro caso este factor se considera de cero, ya que todas las cargas han sido definidas en base a un proyecto completo de operación del edificio.

Datos:

C_i = Carga instalada en el tablero
 C_T = Carga total, incluye reserva
 V_f = Voltaje entre fases
 L = Longitud del circuito alimentador
 FA = Factor de agrupamiento
 FT = Factor de temperatura

C_i = 9528 W
 V_f = 220 V, 3F-4H
 L = 46 Mts
 $\cos \emptyset$ = 0.9
 $\%e$ = 3.0 %
 FA = 0.8
 FT = 1.0 (considerando una temperatura de 26° a 30°C)

Reserva = ($C_{instalada}$) (0.0%)

Reserva = (9528 X 0.0) = 0.0 Watts

C_T = (9528) + 0.0 = 9528 Watts

$C_{instalada}$ = Carga total instalada en watts.

Reserva = Es el porcentaje de crecimiento esperado de la instalación. Este proyecto esta considerando para no tener crecimiento. Ya que el diseño está sobre la base de los requerimientos del cliente.

Cálculo del interruptor

Tomando en cuenta que se tienen cargas continuas y no continuas, se deberá ajustar el interruptor en base a lo marcado por la NOM-001-SEDE-1999.

I_N = Corriente nominal del tablero (ver cálculo de corriente para circuitos trifásicos)

I_D = Corriente de disparo del interruptor = I_N X 1.25

Datos:

$$I_N = \frac{9528}{(3)^{1/2} \times 220 \times 0.9} = 27.78 \text{ Amps.}$$

$$I_D = 27.78 \times 1.25 = 34.72 \text{ Amps.}$$

Por lo tanto la capacidad del interruptor termomagnético será de:

AD = 3P-50 Amps

AM = 100 Amps

Cálculo del alimentador

Por ampacidad:

$$I_N = \frac{9528}{(3)^{1/2} \times 220 \times 0.9} = 27.78 \text{ Amps.}$$

Por sobrecarga $I_N = 34.73 \text{ Amp.}$

$$I_C = \frac{27.78}{1.0 \times 0.8} = 43.41 \text{ Amps.}$$

Se utilizará un calibre 8 AWG.

Por caída de tensión:

De acuerdo al artículo 210-19 de la NOM-001-SEDE-1999. "La caída de tensión global, desde el medio de desconexión principal, hasta cualquier salida de la instalación, no debe exceder del 5%. La caída de tensión se debe distribuir razonablemente en el circuito derivado y el circuito alimentador, procurando que en cualquiera de ellos la caída de tensión no sea mayor del 3%". Se consideró un 3% de caída de tensión en circuitos derivados y un 2% en los alimentadores principales, distribuida a lo largo de toda la trayectoria, (considerando los alimentadores y subalimentadores).

$$S_{Cu} = \frac{2 \times (3)^{1/2} \times 46 \times 27.78}{220 \times 2} = 10.06 \text{ mm}^2.$$

La cual corresponde a una sección transversal para un conductor calibre 6 AWG es igual a 13.3 mm²

Por lo que se utilizara un cable cal. 6 con una ampacidad de 65A y una sección de 13.3 mm².

Cálculo de la caída de tensión de acuerdo al calibre del conductor seleccionado.

$$e\% = \frac{2 \times (3)^{1/2} \times 46 \times 27.78}{220 \times 13.3} = 1.51 \%$$

Por lo que el cable del alimentador para este circuito debe ser de calibre 6 AWG.

Finalmente, su cédula de cableado es:

4 - 6 AWG.

1 - 10 AWG (T.F.)

En tubería conduit pared delgada galvanizada de 35 mm de diámetro.

El conductor para tierra física, se selecciona de acuerdo a la tabla 250-95 "Sección transversal mínima de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos" de NOM-001-SEDE-1999".

Para los cálculos de los demás alimentadores; ver Cuadros de Carga en anexo 3.

6.6.2.1.1 Cálculo y selección de tableros

Dentro de toda instalación eléctrica uno de los principales elementos a seleccionar, son los tableros de distribución (capítulo 5); estos son los encargados de alojar las protecciones y cableado de los diferentes circuitos derivados o alimentadores que de ellos deriven; existen varios parámetros importantes para poder especificar los tableros, por ejemplo: el voltaje de operación, la capacidad de las barras conductoras de corriente, el número de fases que puede operar el tablero, la configuración del tablero (con interruptor principal o zapatas principales), tipo de gabinete y NEMA aplicable, capacidad de alojamiento de las zapatas de entrada, número de espacios disponibles y marco de los interruptores que pueden ser instalados en él.

Cálculo de circuitos derivados de fuerza.

Para el caso del alimentador para circuitos derivados se debe consultar el inciso 6.5 ya que a diferencia de alimentar circuitos de alumbrado y receptáculos la magnitud de demanda en energía es mayor; el cálculo del tablero involucra mayor corriente que la calculada para los circuitos anteriores y depende de la carga que alimentará, que ahora ya puede ser mixta, tanto tableros de alumbrado y receptáculos como otras cargas; más adelante se describirá el cálculo de este tipo de protecciones.

Las corrientes a plena carga de los motores trifásicos a 220 Vca se tomaron de la tabla 430.150 "Corriente a plena carga de motores trifásicos de Corriente alterna" de NOM-001-SEDE-1999; de acuerdo a la potencia del motor.

Fórmulas:

Por Conducción de Corriente (ampacidad)

$$I_A = 1.25 \times I_{PCM} + \sum I_{PC} \text{ (de los motores restantes)}$$

Donde:

I_A = Corriente de circuito de fuerza en amperes

I_{PCM} = Corriente a plena carga del motor mayor en amperes

I_{PC} = La sumatoria de las corrientes a plena carga de los motores restantes, en Amperes

En el caso donde el circuito derivado tenga un solo motor alimentando, entonces la fórmula anterior quedaría así:

$$I_A = 1.25 \times I_{PC}$$

Donde:

I_{PC} = Corriente de plena carga del motor en Amperes

$$I_C = \frac{I_N}{FT \times FA}$$

Donde:

I_C = Corriente corregida en amperes

I_N = Corriente Nominal en amperes

FT = Factor de temperatura

FA = Factor de agrupamiento

Por caída de tensión.

Para motores trifásicos

$$S_{cu} = \frac{2 \times 3 \times L I_A}{V_f (\%e)}$$

Donde:

S_{cu} = Sección transversal del conductor en mm^2

I_A = Corriente del circuito de fuerza en amperes

L = Longitud en metros del tablero a cada circuito correspondiente

V_f = Tensión entre fases en volts

$\%e$ = Caída de tensión en por ciento

Cálculo del Interruptor

$$I_D = 2 \times I_{PCM} + I_{PC} \text{ (de los motores restantes)}$$

Donde:

I_D = Corriente de disparo en amperes

I_{PCM} = Corriente a plena carga del motor mayor en amperes

I_{PC} = La sumatoria de las corrientes a plena carga de los motores restantes, en Amperes

En el caso donde el circuito derivado tenga un solo motor alimentado, entonces la fórmula anterior queda así:

$$I_D = 2 \times I_{PCM}$$

Donde:

I_{PC} = Corriente a plena carga del motor en amperes

Cálculo de protección principal, y circuito alimentador para CCM - 1.

Dentro del proyecto de la Torre Siglum, se propuso la instalación de un Centro de Control de Motores (CCM), cuyo objetivo principal es el centralizar tanto las protecciones y elementos de control remoto de los extractores de aire localizados en cada nivel de los sótanos. El procedimiento de selección del CCM, es muy similar al del tablero de UGAH, la diferencia principal radica en la cantidad de equipos que están conectados al CCM; la mayor parte de los motores conectados a este, son de bajas capacidades, por lo cual a todos se les considerará como elemento de conexión, arrancadores a tensión plena, con protección contra sobre carga mediante elementos térmicos; El cálculo de la protección del tablero de distribución CCM involucra mayor corriente de distribución, por consecuencia el diseño de los dispositivos es distinto, para entender mejor se debe consultar el capítulo tres.

Datos:

I_{M1} = Corriente nominal del motor trifásico de 0.75 HP, en base a la NOM-001-SEDE-1999

I_{M2} = Corriente nominal del motor trifásico de 1 HP, en base a la NOM-001-SEDE-1999

I_{M3} = Corriente nominal del motor trifásico de 1.5 HP, en base a la NOM-001-SEDE-1999

I_{M3} = Corriente nominal del motor trifásico de 2 HP, en base a la NOM-001-SEDE-1999

I_{NMM} = Corriente nominal del motor de mayor capacidad

I_{M1} = 1.6 Amp. (17 unidades)

I_{M2} = 2.1 Amp. (11 unidades)

I_{M3} = 3.0 Amp. (1 unidad)

I_{M3} = 3.4 Amp. (2 unidades)

V_f = Voltaje entre fases

V_f = 440 V, 3F-3H

Cálculo del interruptor

La carga que se quiere proteger esta compuesta en su mayor parte por motores, se realizará el cálculo de la protección en base al Art. 430 de la NOM-001-SEDE-1999.

I_{NT} = Corriente nominal del CCM = Σ de corrientes nominales de los equipos.

I_D = Corriente de disparo del interruptor = $((2 \times I_{NMM}) + \Sigma$ otras cargas)

Datos:

$$I_D = ((2 \times 3.4) + 3.4 + 3 + (2.1 \times 11) + (1.6 \times 17)) = 63.5 \text{ Amp.}$$

Por lo tanto la capacidad del interruptor termomagnético será de:

AD = 3P-70 Amps.

AM = 100 Amps.

Cálculo del circuito alimentador

Para realizar el cálculo del alimentador del tablero de CCM se deben consultar los capítulos 3,5 y 8, donde se dan los antecedentes para dimensionar y seleccionar canalizaciones.

L = Longitud del circuito alimentador

FA = 1.0 (considerando que no se instalarán más de 3 conductores activos en una tubería)

FT = 0.88

Por ampacidad:

$$I_{NT} = ((2 \times 3.4) + 3 + (2.1 \times 11) + (1.6 \times 17)) = 60.1$$

$$I_C = \frac{60.1}{1.0 \times 0.88} = 68.29 \text{ Amps.}$$

Se propone un calibre AWG con ampacidad de 70 Amp.

Por caída de tensión:

De acuerdo al Art. 210-19 de la NOM-001-SEDE-1999. "La caída de tensión global, desde el medio de desconexión principal, hasta cualquier salida de la instalación, no debe exceder del 5%. La caída de tensión se debe distribuir razonablemente en el circuito derivado y el circuito alimentador,

procurando que en cualquiera de ellos la caída de tensión no sea mayor del 3 %. Se consideró un 3 % de caída de tensión en circuitos derivados y un 2 % en los alimentadores principales, distribuida a lo largo de toda la trayectoria, (considerando los alimentadores y subalimentadores).

L = Longitud del circuito alimentador.

L = 14 mts.

$$S_{Cu} = \frac{2 \times (3)^{1/2} \times 14 \times 68.29}{440 \times 2} = 3.76 \text{ mm}^2.$$

La cual corresponde a una sección transversal para un conductor calibre 10 AWG igual a 5.26 mm². La sección transversal de un conductor cal. 4 AWG es de 21.15 mm².

Cálculo de la caída de tensión de acuerdo al calibre del conductor seleccionado.

$$e\% = \frac{2 \times (3)^{1/2} \times 14 \times 60.1}{440 \times 21.15} = 0.31 \%$$

Por lo que el cable del alimentador para este circuito debe ser de calibre 4 AWG.

Dado que el conductor propuesto es de la misma capacidad que el interruptor propuesto se instalará dicho conductor

Finalmente, su cédula de cableado es:

4 – 4 AWG

1 – 8 desnudo

En tubo conduit P.D.G. de 35 mm de diámetro

El conductor para tierra física, se selecciona de acuerdo a la tabla 250-95 "Sección transversal mínima de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos" de NOM-001-SEDE-1999".

Para los cálculos de los demás alimentadores; ver Cuadros de Carga en anexo 3.

Cálculo de protección principal y circuito alimentador para el tablero de UGAH.

Un tablero principal es otro tablero más de distribución pero tiene características de diseño y cálculo más robustas, se debe tener atención especial en el cálculo de la protección y selección de accesorios según sea el tipo de tablero, para mayor detalle se debe consultar el capítulo 5; en este tablero se encuentran alojadas las protecciones para dos unidades generadoras de agua helada del sistema de aire acondicionado del edificio, además de un monta cargas de 10 HP; las especificaciones de estos equipos fueron proporcionadas por el fabricante de los equipos.

Datos: UGAH

I_{UN} = Corriente nominal de unidad generadora de agua helada

V_f = Voltaje entre fases

I_{UN} = 404.3 Amp

V_f = 440 V, 3F-3H

Datos: Montacargas

I_{NM} = Corriente nominal de montacargas

V_f = Voltaje entre fases

I_{NM} = 13.2 Amp.

V_f = 440 V, 3F-3H

Cálculo del interruptor

Tomando en cuenta que la carga que se quiere proteger esta compuesta en su mayor parte por motores, se realizará el cálculo de la protección tomando como base el Art. 430 de la NOM-001-SEDE-1999.

$$I_{NT} = \text{Corriente nominal del tablero} = \Sigma \text{ de corrientes nominales de los equipos.}$$
$$I_D = \text{Corriente de disparo del interruptor} = ((2 \times I_{NU}) + \Sigma \text{ otras cargas})$$

Datos:

$$I_D = ((2 \times 404.3) + 404.3 + 13.2) = 1226.1 \text{ Amp.}$$

Por lo que se propone la instalación de un interruptor termomagnético tipo master pack de 1200 Amp, el cual será montado un tablero de distribución autosoportado tipo QDPACT, con barras de cobre con capacidad de 1200 AMP.

Cálculo del circuito alimentador

FA = 1.0 (considerando que no se instalarán los conductores en charola)

FT = 0.91

Por ampacidad:

$$I_N = 404.3 + 404.3 + 13.2 = 821.8 \text{ Amp.}$$

$$I_C = \frac{821.8}{1.0 \times 0.91} = 903.07 \text{ Amps.}$$

Tomando en cuenta el Art. 318 -11 b) 3) de la NOM-001-SEDE-1999, el cual nos indica que: Los cables monoconductores de calibres 4 AWG y mayores instalados en charolas tipo escalerilla instalados en una sola cama y con una separación no menor al diámetro de los conductores, no deben superar la capacidad marcada en la tabla 310-17 de la NOM-001-SEDE-1999. De esta forma se propone la utilización de 2 cables cal. 350 KCM con una capacidad de conducción de 505 Amp c/u.

Por caída de tensión:

De acuerdo al artículo 210-19 de la NOM-001-SEDE-1999. "La caída de tensión global, desde el medio de desconexión principal, hasta cualquier salida de la instalación, no debe exceder del 5%. La caída de tensión se debe distribuir razonablemente en el circuito derivado y el circuito alimentador, procurando que en cualquiera de ellos la caída de tensión no sea mayor del 3 %". Se considero un 3 % de caída de tensión en circuitos derivados y un 2 % en los alimentadores principales, distribuida a lo largo de toda la trayectoria, (considerando los alimentadores y subalimentadores).

L = Longitud del circuito alimentador.

L = 14 mts.

$$S_{Cu} = \frac{2 \times (3)^{1/2} \times 14 \times 821.8}{440 \times 2} = 45.29 \text{ mm}^2.$$

La cual corresponde a una sección transversal para un conductor calibre 1/0 AWG es igual a 53.48 mm²

La sección transversal de un conductor cal. 350 KCM 177.34 mm^2 , para dos conductores de 350 KCM

La sección transversal es $(177.34 \times 2 = 358.68 \text{ mm}^2)$

Cálculo de la caída de tensión de acuerdo al calibre del conductor seleccionado.

$$e\% = \frac{2 \times (3)^{1/2} \times 14 \times 821.8}{440 \times 358.68} = 0.25 \%$$

Por lo que el cable del alimentador para este circuito debe ser de calibre 350 KCM 2 x Fase.

Realizando el ajuste del calibre en base a la capacidad del interruptor, es necesario instalar 3 conductores de calibre 350 KCM x Fase con una ampacidad total de 1515 Amp.

Finalmente, su cédula de cableado es:

9 – 350 KCM
1 – 3/0 desnudo

En charola de tipo escalerilla de 20".

El conductor para tierra física, se selecciona de acuerdo a la tabla 250-95 "Sección transversal mínima de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos" de NOM-001-SEDE-1999".

Para los cálculos de los demás alimentadores; ver Cuadros de Carga en anexo 3.

Cálculo del transformador de alimentación de unidades de agua helada UGAH.

Para el cálculo de este transformador se toman como base los datos obtenidos del cálculo del alimentador principal del tablero del mismo nombre. En este caso se dimensionará el transformador tomando en cuenta la carga total instalada en este tablero de fuerza. En este tablero como se ha mencionado alimenta dos unidades generadoras de agua helada, del sistema de aire acondicionado del edificio, además de un monta cargas de 10 HP; tomado como base los datos proporcionados por los fabricantes de los equipos, tenemos lo siguiente:

El transformador de la subestación eléctrica para la Torre Siglum es con enfriamiento a base de aceite, el detalle de los criterios de selección se deben consultar en el capítulo 3, inciso 3.4. Al considerar el tamaño de la instalación, se definen también transformadores de tipo seco para distribuir la energía en el edificio y su función es la reducción de voltaje.

Datos generales

El voltaje de alimentación del transformador en alta tensión será de 23 kV, 3F-3H, en el lado de baja tensión será de 440/254 Vca.

Datos: UGAH

I_{UN} = Corriente nominal de unidad generadora de agua helada

V_f = Voltaje entre fases

I_{UN} = 404.3 Amp

V_f = 440 V, 3F-3H

W = 277298

Datos: Montacargas

I_{NM} = Corriente nominal de montacargas

V_f = Voltaje entre fases

I_{NM} = 13.2 Amp.

V_f = 440 V, 3F-3H

W = 7460

C_{TI} = Carga total instalada en el tablero

I_{NTB} = Corriente nominal del transformador en baja tensión

I_{NDB} = Corriente nominal de disparo del interruptor principal del transformador en baja tensión, ver art. 450 de la NOM-001-SEDE-1999

I_{NTA} = Corriente nominal del transformador en alta tensión.

I_{NDA} = Corriente nominal de disparo del fusible del transformador en alta tensión, ver art. 450 de la NOM-001-SEDE-1999.

V_{fB} = Voltaje entre fases en baja tensión

V_{fA} = Voltaje entre fases en alta tensión

P_T = Potencia del transformador en VA

C_{TI} = Σ de todas la cargas instaladas en le tablero.

$$I_{NTB} = \frac{P_T}{V_{fB} \times 1.732}$$

$$I_{NDB} = \frac{P_T}{V_{fB} \times 1.732} \times 1.25$$

$$I_{NTA} = \frac{P_T}{V_{fA} \times 1.732}$$

$$I_{NDA} = \frac{P_T}{V_{fA} \times 1.732} \times 2 \quad (\text{Para uso de fusibles})$$

Cálculo de carga instalada

$$C_{TI} = \text{UGAH 1} + \text{UGAH 2} + \text{Montacargas} = (277298+277298+7460) = 562056 \text{ W}$$

En kVA.

$$C_{TI} = 562056 / 0.9 = 624.506 \text{ kVA.}$$

Por lo que se propone la instalación de un transformador de 750 kVA.

Cálculo de protecciones.

$$I_{NTB} = \frac{750000}{440 \times 1.732} = 984.14 \text{ Amp.}$$

$$I_{NTA} = \frac{750000}{23000 \times 1.732} = 18.82 \text{ Amp.}$$

Cálculo de protección en baja tensión

El cálculo de la protección en el secundario se puede consultar en los siguientes incisos pero la norma define distintos lineamientos para realizarlos, ellos pueden ser consultados en el capítulo 3.

Tomando como base las tablas 450-3(a)(1) de NOM-001-SEDE-1999, tenemos lo siguiente

$$I_{NDB} = 984.14 \times 1.25 = 1230.17 \text{ Amp.}$$

Por lo que se instalará un interruptor termomagnético tipo master pack de 1200 Amp; el valor concuerda con el valor de la protección calculada para dicho tablero, de tal forma que esta protección cubre tanto a la carga instalada como al transformador.

El alimentador en el secundario como se ha mencionado tiene como característica una mayor corriente y voltaje, para realizar el cálculo se deben consultar los capítulos 3 y 8 y los resultados se observan en los planos correspondientes al diagrama unifilar (ver anexo 3).

Cálculo de protección en alta tensión

El cálculo de la protección en el primario se puede consultar en el resumen normativo que se encuentra en los capítulos 3 y 6, incisos 3.4.3 y 6.5.5 respectivamente, mas adelante se realizará dicho cálculo.

En base a las tablas 450-3(a)(1) de la NOM-001-SEDE-1999, se utilizarán fusibles con la siguiente corriente

$$I_{NTA} = 18.82 \times 2 = 37.64$$

Por lo que se propone la instalación de fusibles de 40 Amp.

Las características del cálculo para el alimentador del lado primario del transformador también se encuentran descritas en los capítulos 3 y 6, incisos 3.4.3 y 6.5.5 respectivamente; así como los resultados respectivos en el diagrama unifilar (ver anexo 3).

El dimensionamiento y selección de la subestación eléctrica de media tensión se debe consultar en el capítulo 3, inciso 3.3.

6.6.2.1.2 Cálculo de alimentadores en media tensión

El suministro de energía eléctrica, se hará mediante una transición aéreo subterránea de energía eléctrica en media tensión por parte de Luz y Fuerza del Centro a una tensión de 23,000 Volts con arreglo 3F – 3H, con una potencia de cortocircuito trifásico de 350 MVA, y un factor de potencia de 0.90 (Datos aportados por personal de Torre Siglum).

La distancia total desde el punto de acometida hasta la subestación principal es de aproximadamente 30 mts, y la distancia a la subestación ubicada en la azotea es de aproximadamente 120 mts. La trayectoria de la línea principal de media tensión de la acometida será en forma subterránea, mediante cable de energía vulcanel XLP tipo DS, para 23 KV, monopolar de cobre con pantalla electrostática, en tubería de PVC servicio pesado de 101 mm de

diámetro, en una configuración horizontal, formando 2 camas de tuberías, una cama para la acometida y una cama de reserva.

La acometida de la subestación No. 1, alimentara todos los servicios del edificio mediante un transformador de 750 KVA, 23,000- 440/254 Vca, 60 Hz, 3F —4H, conexión delta - estrella.

La acometida de la subestación No. 2, alimentara todos los servicios de fuerza del edificio mediante dos transformadores de 750 KVA, 23,000- 440 Vca, 60 Hz, 3F —3H, conexión delta - delta.

Con el propósito de comprobar que el calibre del conductor seleccionado cumpla con la regulación de voltaje del 1.0 % como máximo establecido por Luz y Fuerza del Centro se recurre a los siguientes métodos de calculo:

Por Conducción De Corriente (Ampacidad)
Por Caída De Tensión
Por Corriente de Cortocircuito

Fórmulas:

Calculo de la corriente nominal:

$$I_N = \frac{KVA}{\sqrt{3} \times KV}$$

Donde:

I_N Corriente nominal en Amperes
KVA Potencia en KVA.
KV Tensión entre fases en kilo Volts.

Corriente de sobrecarga máxima,

$$FS = FENF \times FTEMP$$

$$I_{sc\ max} = FS \times I_N$$

Donde:

FS Factor de sobrecarga máxima total.
FENF Factor de sobrecarga por tipo de enfriamiento.
FTEMP Factor de sobrecarga por elevación de temperatura máxima por clase de aislamiento.
 I_N Corriente nominal en Amperes

Por Conducción De Corriente (Ampacidad)

Calculo de corriente corregida:

$$I_c = \frac{I_{sc\ max}}{FT \times FP \times FA}$$

Donde:

I_c	Corriente corregida en Amperes
$I_{sc\ max}$	Corriente de sobrecarga en Amperes
FT	Factor de corrección por temperatura.
FP	Factor de corrección por profundidad.
FA	Factor de corrección por agrupamiento.

Por Caída De Tensión

Calculo de la caída de tensión al neutro en Volts:

$$\Delta V = L \times I_N \times Z_C$$

Donde:

ΔV	Caída de tensión al neutro en Volts.
I_N	Corriente nominal en Amperes
L	Longitud en kilómetros.
Z_C	Impedancia del conductor en Ohms / Km.

Calculo de la impedancia del conductor:

$$Z_C = \sqrt{R_{CA}^2 + X_L^2}$$

Donde:

Z_C	Impedancia del conductor en Ohms / Km.
R_{CA}	Resistencia a la corriente alterna del conductor en Ohms / Km.
X_L	Reactancia inductiva del conductor en Ohms / Km.

Cálculo de la reactancia inductiva del conductor:

$$X_L = 2 \times \pi \times F \times L$$

Donde:

X_L	Reactancia inductiva del conductor en Ohms / Km.
F	Frecuencia en Hertz.
L	Inductancia del conductor en Henry / Km.

De acuerdo a una configuración horizontal en el arreglo del banco de ductos tenemos:

Calculo de la inductancia del conductor:

$$L = 2 \times 10^{-4} \ln \frac{DMG}{RMG}$$

Donde:

L Inductancia del conductor en Henry / Km.
DMG Distancia media geométrica..
RMG Radio medio geométrico.

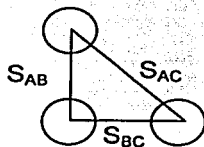
Calculo del radio medio geométrico:

$$RMG = 0.758 \times r$$

Donde:

RMG Radio medio geométrico.
R Radio del conductor en mm.

La configuración de los arreglos de los conductores es la siguiente:



Cálculo del radio medio geométrico:

$$DMG = \sqrt[3]{S_{AB} \times S_{AC} \times S_{BC}}$$

Donde:

DMG Distancia media geométrica.
S_{AB} Separación entre centros de conductores A y B.
S_{AC} Separación entre centros de conductores A y C.
S_{BC} Separación entre centros de conductores B y C.

Calculo de la tensión al neutro:

$$V_N = \frac{V_F}{\sqrt{3}}$$

Donde:

V_N Tensión al neutro en Volts.
V_F Tensión entre fases en Volts.

Cálculo de la caída de tensión en porciento:

$$\%e = \frac{\Delta V}{V_N}$$

Donde:

%e Caída de tensión en porciento.
 ΔV Caída de tensión al neutro en Volts.
V_N Tensión de suministro al neutro en Volts.

Cálculo de la regulación de voltaje:

$$\%R = \frac{V_N - V_{PC}}{V_{PC}} \times 100$$

Donde:

$\%R$ Regulación de Voltaje.
 V_{PC} Tensión a plena carga al neutro en Volts.
 V_N Tensión de suministro al neutro en Volts.

Cálculo de la tensión a plena carga del neutro en Volts:

$$V_{PC} = V_N - \Delta V$$

Donde:

V_{PC} Tensión a plena carga al neutro en Volts.
 ΔV Caída de tensión al neutro en Volts.
 V_N Tensión de suministro al neutro en Volts.

Cálculo de la tensión al neutro en el extremo alimentador.

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

Donde:

ΔV Caída de tensión total al neutro en Volts.
 ΔV_1 Caída de tensión al neutro correspondiente al tramo de acometida a SE-1, en Volts.
 ΔV_2 Caída de tensión al neutro correspondiente al tramo de SE-1 a SE-2, en Volts.

Por Corriente de Cortocircuito:

$$I_{CC} = \frac{MVA_{CC}}{\sqrt{3} \times KV}$$

Donde:

I_{CC} Corriente de cortocircuito trifásico en Kiloamperes
 MVA_{CC} Potencia en MVA.
 KV Tensión entre fases en Kilovolts.

Datos del sistema:

Voltaje entre fases (V_F) = 23,000 Volts.
Carga total (KVAT) = 2250 KVA.

Cálculo de conductores para media tensión

Cálculo de la corriente nominal:

Datos:

KVA = 2250 KVA.

KV = 23 KV.

$$I_N = \frac{2250}{3 \times 23}$$

$$I_N = 56.48 \text{ Amp.}$$

Corriente de sobrecarga máxima,

$$FS = 1.0 \times 1.12 = 1.12$$

$$I_{scmax} = 1.12 \times 56.48 = 63.25A$$

Donde:

FENF Factor de sobrecarga por tipo de enfriamiento es igual a 1.0 de tablas de valores típicos.

FTEMP Factor de sobrecarga por elevación de temperatura máxima por clase de aislamiento es igual a 1.12 de tablas de valores típicos.

I_N 56.48 A.

Por Conducción De Corriente (Ampacidad)

Cálculo de corriente corregida:

Datos:

FT Considerando una temperatura ambiente de 25 °C y una temperatura máxima del conductor de 90 °C, de la tabla No. A1, tenemos un factor de 1.0.

FP Considerando el caso mas critico, cuando atraviesa la acera, la profundidad máxima seria de 2.5 mts, a 23 KV de la tabla A2, tenemos 0.91.

FA Considerando únicamente los tubos con conductores activos del sistema., de la tabla A3, tenemos 0.65

$$I_c = \frac{63.25}{1.0 \times 0.91 \times 0.65}$$

$$I_c = 106.94 \text{ Amp.}$$

Que corresponde a un conductor calibre 6 AWG, de acuerdo a la tabla 310-69 "Capacidad de conducción de corriente de un cable aislado monoconductor de cobre, en aire para una temperatura en el conductor de 90 °C y para temperatura ambiente de 40 °C", instalado en ducto subterráneo, para cable de energía vulcanel 2,000 XLP tipo DS, de cobre para 23 KV, con una ampacidad de 110 Amp, pero como no es comercial se opta por el calibre 1/0 AWG, con una ampacidad de 260 Amp.

Por Caída De Tensión

Cálculo de la acometida a la subestación 1 (ΔV_1).

Cálculo del radio medio geométrico:

Datos:

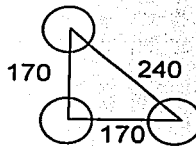
Para un conductor cal 1/0 el radio del conductos es:

$$r = 4.265 \text{ mm.}$$

$$RMG = 0.758 \times 4.265$$

$$RMG = 3.23 \text{ mm}$$

La configuración de los arreglos de los conductores es la siguiente:



Cálculo del radio medio geométrico:

Datos:

$$S_{AB} = 170 \text{ mm.}$$

$$S_{AC} = 170 \text{ mm.}$$

$$S_{BC} = 240 \text{ mm.}$$

$$DMG = \sqrt[3]{170 \times 170 \times 240}$$

$$DMG = 190.71 \text{ mm}$$

De acuerdo a una configuración horizontal en el arreglo del banco de ductos tenemos:

Cálculo de la inductancia del conductor:

Datos:

$$DMG = 190.71 \text{ mm}$$

$$RMG = 3.23 \text{ mm}$$

$$L = 2 \times 10^{-4} \ln \frac{190.71}{3.23}$$

$$L = 8.156 \times 10^{-4} \text{ Henry / Km}$$

Cálculo de la reactancia inductiva del conductor:

Datos:

$$F = 60 \text{ Hertz.}$$

$$L = 8.156 \times 10^{-4} \text{ Henry / Km}$$

$$X_L = 2 \times \pi \times 60 \times 8.221 \times 10^{-4}$$

$$X_L = 0.3075 \text{ Ohms / Km.}$$

Cálculo de la impedancia del conductor:

Datos:

$R_{CA} =$ Considerando una temperatura máxima del conductor de 90 °C, de tablas del fabricante, tenemos 0.422 Ohms / Km.

$$X_L = 0.3075 \text{ Ohms / Km.}$$

$$Z_C = \sqrt{0.422^2 + 0.3075^2}$$

$$Z_C = 0.5221 \text{ Ohms / Km}$$

Cálculo de la caída de tensión al neutro en Volts:

Donde:

$$I_N = 56.48 \text{ Amperes}$$

$$L = 0.030 \text{ Kilómetros.}$$

$$Z_C = 0.5221 \text{ Ohms / Km.}$$

$$\Delta V_1 = 0.030 \times 56.48 \times 0.5221$$

$$\Delta V_1 = 0.88 \text{ Volts}$$

Lo cual es menor al 1% solicitado por Luz y Fuerza del Centro.

Cálculo de la subestación 2.

Cálculo del radio medio geométrico:

Datos:

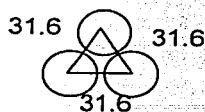
Para un conductor cal 1/0 el radio del conductos es:

$$r = 4.265 \text{ mm.}$$

$$RMG = 0.758 \times 4.265$$

$$RMG = 3.23 \text{ mm}$$

La configuración del arreglo de los conductores en charola es la siguiente:



Cálculo del radio medio geométrico:

Datos:

$$S_{AB} = 31.6 \text{ mm.}$$

$$S_{AC} = 31.6 \text{ mm.}$$

$$S_{BC} = 31.6 \text{ mm.}$$

$$DMG = \sqrt[3]{31.6 \times 31.6 \times 31.6}$$

$$DMG = 31.6 \text{ mm}$$

De acuerdo a una configuración en trébol en tenemos:

Cálculo de la inductancia del conductor:

Datos:

$$DMG = 31.6 \text{ mm}$$

$$RMG = 3.23 \text{ mm}$$

$$L = 2 \times 10^{-4} \ln \frac{31.6}{3.23}$$

$$L = 4.56 \times 10^{-4} \text{ Henry / Km}$$

Cálculo de la reactancia inductiva del conductor:

Datos:

$$F = 60 \text{ Hertz.}$$

$$L = 4.56 \times 10^{-4} \text{ Henry / Km}$$

$$X_L = 2 \times \pi \times 60 \times 4.56 \times 10^{-4}$$

$$X_L = 0.1719 \text{ Ohms / Km.}$$

Cálculo de la impedancia del conductor:

Datos:

$$R_{CA} = \text{Considerando una temperatura máxima del conductor de } 90 \text{ }^\circ\text{C, de tablas del fabricante, tenemos } 0.422 \text{ Ohms / Km.}$$

$$X_L = 0.1719 \text{ Ohms / Km.}$$

$$Z_C = \sqrt{0.422^2 + 0.1719^2}$$

$$Z_C = 0.47 \text{ Ohms / Km}$$

Cálculo de la caída de tensión al neutro en Volts:

Donde:

$$I_N = 112.96 \text{ Amperes}$$

$$L = 0.12 \text{ Kilómetros.}$$

$$Z_C = 0.47 \text{ Ohms / Km.}$$

Cálculo de corriente nominal de la subestación 2

$$\text{KVA} = 1500 \text{ KVA.}$$

$$\text{KV} = 23 \text{ KV.}$$

$$I_N = \frac{1500}{3 \times 23}$$

$$I_N = 37.65 \text{ Amp.}$$

$$\Delta V_2 = 0.120 \times 37.65 \times 0.47$$

$$\Delta V_2 = 2.12 \text{ Volts}$$

Lo cual es menor al 1% solicitado por Luz y Fuerza del Centro.

Cálculo de la tensión al neutro de la subestación-1 a subestación-2, (ΔV_2)

Datos:

$$\Delta V_1 = 0.88 \text{ Volts.}$$

$$\Delta V_2 = 2.12 \text{ Volts.}$$

$$\Delta V = 0.88 + 2.65$$

$$\Delta V = 3.53$$

Cálculo de la tensión al neutro:

Datos:

$$V_F = 23,000 \text{ Volts.}$$

$$V_N = \frac{23,000}{\sqrt{3}}$$

$$V_N = 13,279 \text{ Volts.}$$

Cálculo de la caída de tensión en porciento:

Datos:

$$\Delta V = 3.53 \text{ Volts.}$$

$$V_N = 13,279 \text{ Volts.}$$

$$\%e = \frac{3.53}{13,279}$$

$$\%e = 0.26 \times 10^{-3}$$

Cálculo de la tensión a plena carga del neutro en Volts:

Datos:

$$\Delta V = 23.24 \text{ Volts.}$$

$$V_N = 13,279 \text{ Volts.}$$

$$V_{PC} = 13,279 - 3.53$$

$$V_{PC} = 13,275.47 \text{ Volts}$$

Cálculo de la regulación de voltaje:

Datos:

$$V_{PC} = 13,275.47 \text{ Volts.}$$

$$V_N = 13,279 \text{ Volts.}$$

$$\%R = \frac{13,279 - 13,275.47}{13,275.47} \times 100$$

$$\%R = 0.0265$$

Como 0.0265, es menor al 1.0 %, cumple con la regulación de voltaje del 1.0 % como máximo establecido por Luz y Fuerza del Centro.

Por Corriente de Cortocircuito:

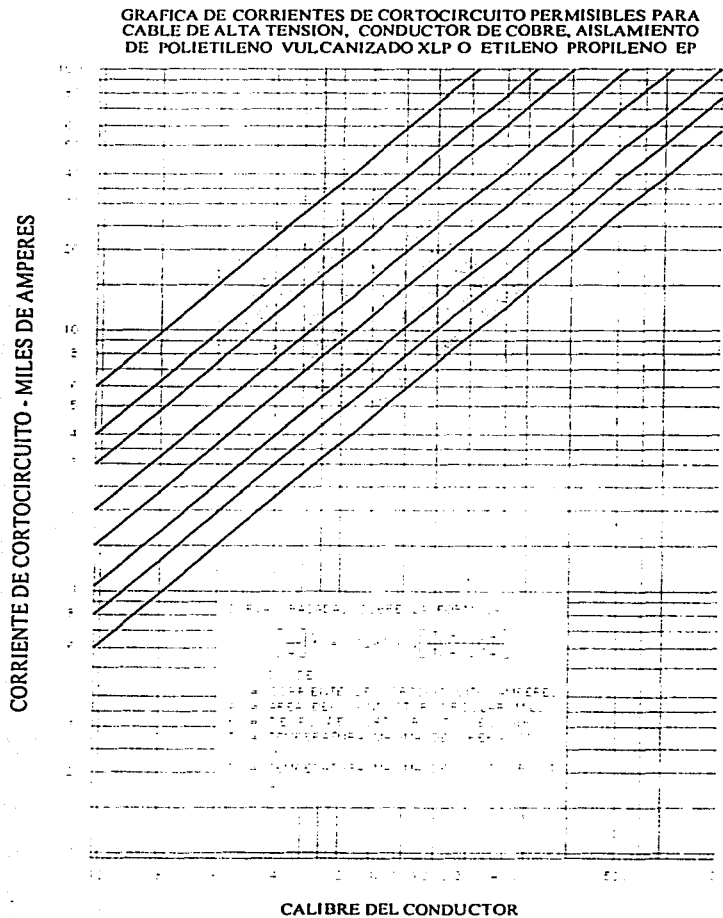
Datos:

De acuerdo al cálculo de cortocircuito, el valor de la corriente de cortocircuito máxima es de 12.51 KA.

De acuerdo a "Gráfica de corriente de cortocircuito permisibles para cables de alta tensión conductor de cobre, aislamiento de polietileno vulcanizado XLP, o etileno - propileno EP."

Un conductor calibre 1/0 AWG, la corriente de cortocircuito en un tiempo de 0.1 seg., 20 Kilóamperes.

Vemos que las corrientes de cortocircuito estimadas y calculadas son mas bajas que la capacidad de corriente de cortocircuito que soporta el conductor, por lo que se puede comprobar que la selección del conductor es la correcta.



6.6.2.2 Cálculo del UPS

Para determinar el tamaño adecuado del UPS para una planta tipo del edificio de oficinas se debe:

1. Enlistar las salidas o el equipo que se va a proteger.
2. Escribir el voltaje y amperaje de cada salida o equipo en la tabla presentada al final del listado.
3. Calcular la potencia en Volts-Amperes.
4. Hacer la suma correspondiente de las salidas o equipos en Volts-Amperes.
5. Calcular el factor de crecimiento, se recomienda un crecimiento del 5% por año para un total de 3 – 5 años.
6. Calcular los Volt – Amperes totales requeridos.
7. Seleccionar el UPS que se adecue al calculo total del paso 6.

Tabla para cálculo de capacidad de equipo UPS.			
Salida o Equipo protegido	Volts	Amperes	VA's (Volts – Amperes)
43 Receptáculos	127	1.42	180
Subtotal			7740
Factor de crecimiento 15% (tres años)			1162
Total VA's requeridos			8902
Modelo adecuado sobre la base de los cálculos			

6.7 Cuadros de carga

Enseguida se presenta el resumen de los cuadros de carga en donde se encuentran los cálculos de alimentadores y dimensionamiento de protecciones; lo anterior se realiza siguiendo los lineamientos que indica la NOM-001-SEDE-1999.

Estos cuadros de carga se muestran en dos bloques y la información completa la puede consultar en el anexo 2:

1. Representa a los servicios generales que brinda el propietario del inmueble.
2. Representa al servicio que contratará el futuro cliente (Para efectos prácticos se diseñó el edificio como pisos comerciales y de oficinas).

Piso	Servicio	
	Propietario	Cliente
Sótano 1-8	Estacionamiento	
PB	Lobby Fuentes Alumbrado exterior	Área Comercial y oficinas
4-19	Servicios generales	
Azoteas	Servicios generales	

Capítulo VII Sistemas de iluminación

En la actualidad, los centros laborales y lugares de vivienda, son algo más que un centro de trabajo u ocio, son entornos en los que las personas y sus necesidades deben ser puntos de máxima atención para el Ingeniero Mecánico Eléctrico. Por lo tanto se exige que las soluciones tomadas en una instalación de iluminación sean parte de un conjunto que generen ambientes agradables, ergonómicamente correctos y energéticamente racionales. Los factores fundamentales que se deben tener en cuenta al realizar el diseño de una instalación de iluminación son los siguientes:

- Iluminación requerida para niveles de flujo luminoso (lumen) que inciden en la superficie.
- Uniformidad y reparto de la iluminación.
- Temperatura de color (grados Kelvin) e índice de rendimiento de color (CRI).
- Selección del tipo de iluminación, de las fuentes de luz y de las luminarias.

Por lo tanto es importante tener en cuenta la cantidad y calidad de luz necesaria, siempre en función del inmueble que se va a iluminar y de la actividad que en él se realizará. Para ello se deberá cumplir con la NOM-001-SEDE-1999, que en el artículo 220-3(b) Nota "...Estos valores corresponden al cálculo de los circuitos derivados y no se contraponen con los valores de densidad de potencia eléctrica por concepto de alumbrado (W/m^2) establecidos en la NOM-007-ENERO Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales vigente."

La NOM-007-ENERO-1995 se publicó en el Diario Oficial de la Federación de fecha 1 de septiembre de 1995 y entro en vigor en septiembre de 1996, tiene como objetivo

- a) Establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica con que deben cumplir los sistemas de alumbrado para uso general de edificios no residenciales, nuevos y remodelaciones de los ya existentes.
- b) Establecer el método de cálculo para la determinación de la Densidad de Potencia Eléctrica (DPEA) de los sistemas de alumbrado para uso general de edificios no residenciales, con el fin de verificar el cumplimiento de la presente NOM.

Los valores de Densidad de Potencia Eléctrica con que deben cumplir los sistemas de alumbrado interior y exterior de los edificios indicados en el campo de aplicación de la presente NOM, no deben exceder los valores indicados en la tabla A.

TABLA A Valores máximos permisibles de densidad de potencia eléctrica para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales, según la NOM-007-ENERO.

TIPO DE EDIFICIO	DENSIDAD DE POTENCIA ELECTRICA (W/m^2)	
	ALUMBRADO INTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR
OFICINAS	16.0	1.8
ESCUELAS	16.0	1.8
HOSPITALES	14.5	1.8
HOTELES	18.0	1.8
RESTAURANTES	15.0	1.8
COMERCIOS	19.0	1.8
BODEGAS O ÁREAS DE ALMACENAMIENTO*	8.0	
ESTACIONAMIENTO INTERIORES*	2.0	

*Sólo áreas que forman parte de los edificios cubiertos por esta Norma

Como elementos de un sistema de iluminación tenemos:

- Fuente de luz. Tipo de lámpara utilizada, que nos permitirá conocer los parámetros de medición en iluminación para su diseño.
- Luminaria. Sirve para aumentar el flujo luminoso, evitar el deslumbramiento y viene condicionada por el tipo de iluminación y fuente de luz escogida.
- Sistema de control y regulación del conjunto de luminaria y fuente luminosa.

7.1 Naturaleza de la luz

La luz se emite por su fuente en línea recta, y se difunde en una superficie cada vez mayor a medida que avanza; la luz por unidad de área disminuye según el cuadrado de la distancia. Cuando la luz incide sobre un objeto es absorbida o reflejada; la luz reflejada por una superficie rugosa se difunde en todas direcciones.

Algunas frecuencias se reflejan más que otras, y esto da a los objetos su color característico. Las superficies blancas difunden por igual todas las longitudes de onda, y las superficies negras absorben casi toda la luz. Por otra parte, para que la reflexión forme imágenes es necesaria una superficie muy pulida, como la de un espejo.

7.2 Iluminación eléctrica

Iluminación mediante cualquiera de los numerosos dispositivos que convierten la energía eléctrica a energía electromagnética radiante, expresada como luz. Los tipos de dispositivos de iluminación eléctrica utilizados con mayor frecuencia son las lámparas incandescentes, las lámparas fluorescentes y los distintos modelos de lámparas de arco y descarga eléctrica.

7.2.1 Tecnología de la iluminación eléctrica

Si una corriente eléctrica pasa a través de cualquier conductor que no sea perfecto, se transforma en una determinada cantidad de energía que en el conductor aparece en forma de calor, por tanto cualquier cuerpo caliente despedirá una cierta cantidad de luz a temperaturas superiores a los 525 °C, un conductor que se calienta por encima de dicha temperatura mediante una corriente eléctrica actuará como fuente luminosa, de tal forma la luz es radiación de energía radiante y electromagnética que viaja a alta velocidad, a alta frecuencia y se vuelve útil al hombre cuando una cantidad suficiente de ella se transforma en energía química en los receptores del ojo humano.

Las tecnologías más utilizadas para generar luz artificial son:

- Incandescencia
- Descarga

Incandescencia: es la propiedad que tienen los cuerpos de emitir luz por elevación de su temperatura.

Luminiscencia: es todo tipo de radiación visible sin incandescencia, característica propia de numerosas sustancias que producen luz bajo el efecto de una excitación. Cuando la excitación es eléctrica, se llama electroluminiscencia. Producción de luz por la acción de un campo eléctrico en un material sólido o en un gas. Cuando la luz se produce por la absorción de las radiaciones ultravioletas de un gas, recibe el nombre de fotoluminiscencia (principio de las lámparas de descarga).

Existen dos tipos de fotoluminiscencia que son:

- **Fluorescencia:** todos aquellos fenómenos fotoluminiscentes en los que la radiación luminosa permanece mientras actúa la corriente eléctrica.
- **Fosforescencia:** cuando en determinadas sustancias luminiscentes persiste la radiación aun después de cesar la excitación.

7.2.1.1 Producción de luz por incandescencia

La lámpara incandescente está formada por un filamento de material conductor no perfecto, que tiene una elevada temperatura de fusión y que se encuentra dentro de una ampolla de vidrio, en cuyo interior se ha hecho el vacío, o bien llena de un gas inerte. Deben utilizarse filamentos con elevadas temperaturas de fusión porque la proporción entre la energía luminosa y la energía térmica generada por el filamento aumenta a medida que se incrementa la temperatura, obteniéndose la fuente luminosa más eficaz a la temperatura máxima del filamento.

En las primeras lámparas incandescentes se utilizaban filamentos de carbón, ya producidas en cantidad desde el año de 1880, aunque las modernas se fabrican con filamentos de delgado hilo de wolframio o tungsteno, cuya temperatura de fusión es de 3410 °C. El filamento debe estar en una atmósfera al vacío o inerte, ya que de lo contrario al calentarse reaccionaría químicamente con el entorno circundante. El uso de gas inerte en lugar de vacío en las lámparas incandescentes tiene como ventaja una evaporación más lenta del filamento, lo que prolonga la vida útil de la lámpara. La mayoría de las lámparas incandescentes modernas se rellenan con una mezcla de gases de argón y halógenos, o bien con una pequeña cantidad de nitrógeno o de criptón. La sustitución de las ampollas de vidrio por compactos tubos de vidrio de cuarzo fundido han permitido cambios radicales en el diseño de las lámparas incandescentes.

7.2.1.2 Producción de luz por fotoluminiscencia

Se fundamenta en las transacciones directas de niveles de energía fotoexcitados a niveles inferiores en las descargas gaseosas, tales como las de vapor de mercurio, vapor de sodio, etc. Las lámparas eléctricas que se basan en este tipo de fenómenos se llaman lámparas de descarga y se dividen en dos grandes grupos:

- Lámparas que funcionan con cátodo frío, como los luminosos neón de gases nobles con una determinada radiación del espectro que reproducen colores determinados.
- Lámparas que funcionan con cátodo caliente, como las de sodio, mercurio y fluorescentes. o las de sodio, mercurio y fluorescentes.

Las lámparas de descarga eléctrica dependen de la ionización y de la descarga eléctrica resultante en vapores o gases a bajas presiones en caso de ser atravesados por una corriente eléctrica. Los ejemplos más representativos de este tipo de dispositivos son las lámparas de arco rellenas con vapor de mercurio, que generan una intensa luz azul verdosa y que se utilizan para fotografía e iluminación de carreteras; y las lámparas de neón, utilizadas para carteles decorativos y escaparates. En las más modernas lámparas de descarga eléctrica se añaden otros metales al mercurio y al fósforo de los tubos o ampollas para mejorar el color y la eficacia. Los tubos de cerámica translúcidos, similares al vidrio, han permitido fabricar lámparas de vapor de sodio de alta presión con una potencia luminosa sin precedentes.

La lámpara fluorescente es otro tipo de dispositivo de descarga eléctrica empleado para aplicaciones generales de iluminación. Las lámparas fluorescentes se destacan por una serie de importantes ventajas. Si se elige el tipo de fósforo adecuado, la calidad de luz que generan estos dispositivos puede llegar a semejarse a la luz solar. Además, tienen una alta eficacia. Un tubo fluorescente que consume 40 watts de energía genera tanta luz como una bombilla incandescente de 150 watts. Debido a su potencia luminosa, las lámparas fluorescentes producen menos calor que las incandescentes para generar una luminosidad semejante.

7.3 Tipos de lámparas

La eficacia luminosa es la finalidad principal de toda fuente productora de luz. Se llama rendimiento luminoso a la relación que existe entre el flujo luminoso emitido por una lámpara eléctrica y la potencia absorbida en watts. Se expresa en lúmenes por watts.

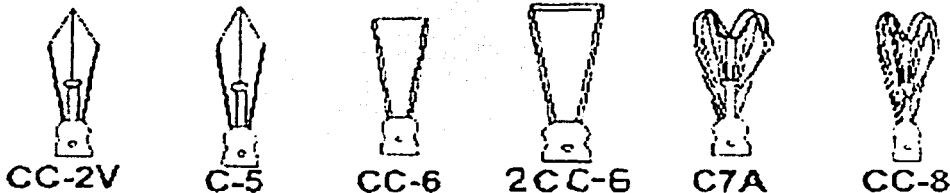
Una lámpara eléctrica que radiara toda la energía monocromática recibida en una longitud de onda de 555 nm, produciría, aproximadamente, 680 lm por cada watt de potencia consumida. Una lámpara eléctrica ideal de luz blanca produciría, aproximadamente, 220 lm / W.

7.3.1 Lámpara incandescente

Al hacer circular una corriente eléctrica por un filamento delgado, generalmente de tungsteno, éste se calienta, y si está en el vacío, se pone incandescente a la temperatura de 2800°C, aproximadamente y emite luz y calor.

Lámparas incandescentes

Designación del filamento



La designación del filamento consiste de una o varias letras que indican cómo el filamento está espiralizado, y de un número arbitrario, a veces seguido de una letra, que indica el arreglo del mismo filamento con sus soportes. En la designación la letra como prefijo normalmente será C (alambre espiralizado). Se ilustran algunos de los arreglos más comunes.

Características fotométricas:

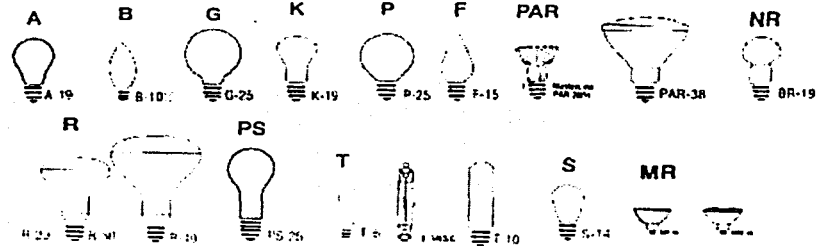
- Temperatura de color es de 2100°K a 3200°K y comprende toda la gama de las longitudes de onda visibles. La radiación que emiten las lámparas incandescentes estándar corresponde al color blanco cálido, en el que destaca el tono amarillo rojizo del espectro. Las lámparas incandescentes son de espectro continuo y tienen un índice de reproducción de color del 100% es decir; que es la lámpara que reproduce fielmente los tonos de color.
- Eficacia o rendimiento luminoso es muy bajo, aproximadamente de 8 a 20 lm / W. Gran parte de la potencia eléctrica se transforma en calor (entre el 90 y 95%) y otra parte en radiaciones no visibles, por lo que el flujo luminoso emitido es muy pequeño. En los actuales filamentos concentrados de doble espiral se reducen bastante las pérdidas por convección.
- Depreciación luminosa: a causa de la vaporización del filamento, las partículas de wolframio se depositan sobre la pared de la ampolla; ennegreciéndola, y, por otra parte, el filamento aumenta su resistencia.

Influencia de la tensión de alimentación:

La tensión de alimentación debe ser lo más próxima posible a la nominal de la lámpara, pues un exceso produce mayor temperatura del filamento, lo que se traduce en mayor potencia y mayor flujo, pero disminuye rápidamente la vida de la lámpara; por el contrario, una disminución de tensión produce una caída del flujo luminoso.

Bulbo

La forma y el tamaño del bulbo es designado por una o varias letras seguidas de un número. La letra indica la forma del bulbo mientras que el número indica el diámetro del filamento en octavas de pulgada. Por ej. "R30" indica una forma R reflectora con un diámetro de 30 octavas de pulgada (3.75 pulgadas). Las siguientes ilustraciones son las más comunes en cuanto a forma y dimensiones del bulbo.



7.3.2 Lámparas fluorescentes

Son lámparas de descarga en atmósfera de vapor de mercurio entre electrodos, a baja presión. Las radiaciones ultravioleta producidas excitan la sustancia fluorescente de la pared interior del tubo de vidrio haciendo que se genere luz visible. Sin la sustancia fluorescente que recubre toda la pared interior del tubo las lámparas de vapor de mercurio a baja presión producen muy poca luz en el espectro visible, pero el arco eléctrico emite una gran potencia de radiación ultravioleta con una longitud de onda de 253.7 nm. La capa fluorescente transforma la radiación ultravioleta no visible en radiaciones visibles de mayor longitud de onda.

Características fotométricas:

- Temperatura de color: en las lámparas fluorescentes está comprendida entre 3000°K. y 6000°K, con una curva de distribución espectral discontinua que reproduce colores según la composición de la sustancia fluorescente que recubre la pared interior del tubo. Cada radiación luminosa total resultante es la suma del espectro discontinuo más la de una distribución espectral continua.
- Flujo luminoso: es del orden de siete veces mayor comparado con el que producen las lámparas incandescentes de igual potencia. Junto con su larga vida (también de siete a diez veces mayor) y calidad de luz, hacen que sean las lámparas universales de alumbrado contemporáneo.
- Depreciación luminosa: debido al potente arco eléctrico que se produce en los electrodos y a las características de la atmósfera de gas, se vaporiza el electrodo desprendiendo partículas metálicas que ennegrecen el extremo del tubo. Este fenómeno es más acusado en el último tercio de vida de la lámpara, en el que llega incluso a producirse cierto parpadeo de la luz, que obliga a reponerla.

La forma y el tamaño del bulbo es designado por una o varias letras seguidas de un número. La letra indica la forma del bulbo mientras que el número indica el diámetro del bulbo en octavos de pulgada. Por ej. "T12" indica una forma T (tubular) con un diámetro de 12 octavos de pulgada (1.5 pulg.). Las siguientes ilustraciones son las más comunes, en cuanto a forma y dimensiones del bulbo.

Lámparas fluorescentes, Ø 26 mm (T8)



Lámparas fluorescente, Ø 16 mm (T5)



Lámparas fluorescente, Ø 7 mm (T2)



Lámparas fluorescente, Ø 38 mm (T12)



Forma Cicular

Forma de U



Influencia de la tensión de alimentación:

En estas lámparas, al contrario de lo que sucede con las lámparas incandescentes, la vida y el rendimiento luminoso disminuyen al disminuir la tensión. Además, la tensión de alimentación sólo se puede reducir un 7 % si no se quieren tener problemas de encendido. Un aumento de tensión produce el calentamiento excesivo de la reactancia, aumenta la intensidad y acelera el proceso de evaporación de los electrodos, con lo que se acorta considerablemente la vida de la lámpara.

7.3.2.1 Lámparas de vapor de mercurio

De la originaria lámpara de descarga en vapor de mercurio a baja presión, se ha pasado a las fluorescentes de baja presión y a las lámparas de vapor de mercurio color corregido a alta presión. Además de los principios de las lámparas de descarga, se basan en que a mayor presión se obtiene mayor longitud de onda y mayor potencia.

Características fotométricas:

- Temperatura de color: varía de 3000°K a 4500°K para luz blanca neutro y luz blanca día, con índices de reproducción cromática del orden de 40, con predominio del azul según los tipos y fabricantes.
- Flujo luminoso: similar al de las lámparas fluorescentes con la gran ventaja de que se pueden obtener grandes cantidades de luz por lámpara. Se fabrican con potencia de hasta 1000 W.
- Depreciación luminosa: es similar a la de las lámparas fluorescentes a lo largo de su larga vida, que suele ser de 6000 a 9000 horas.

Influencia de la tensión de alimentación:

Los límites de variación de la tensión son más estrechos que en las lámparas fluorescentes.

7.3.2.2 Lámparas de vapor de sodio a alta presión

La luz se produce por la descarga eléctrica a través del metal de sodio (principalmente) y de mercurio junto con un gas noble (xenón o argón), vaporizados a alta presión, que aumenta la longitud de onda, los gases que acompañan al sodio aumentan las radiaciones del espectro con cierta continuidad, que permiten distinguir todos los tipos de colores de la radiación visible.

Características fotométricas:

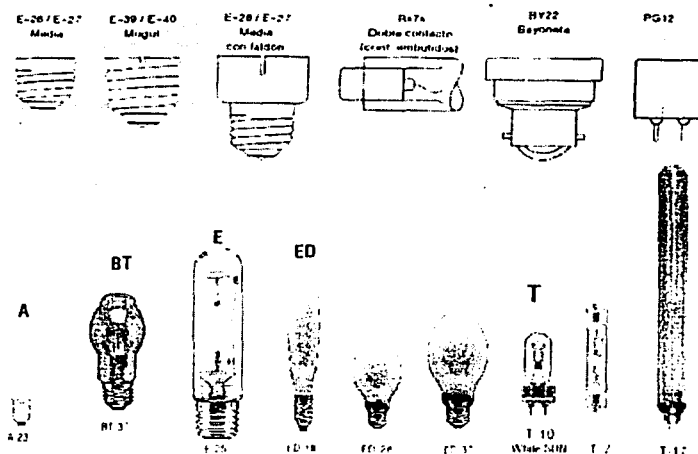
Su temperatura de color es del orden de 2100°K, con un índice de reproducción cromático que corresponde a los valores inferiores; elevado rendimiento luminoso, comprendido entre 100 y 140 lm / W.

Características eléctricas:

Para producir el encendido con vapor de sodio a alta presión se necesitan tensiones del orden de cuatro kilovolts, por lo que se utilizan reactancias (autotransformadores-elevadores). Es necesario mejorar el factor de potencia. El reencendido se produce en un minuto si se parte del estado caliente.

Lámparas de Alta Intensidad de Descarga

Bases



7.4 Selección de lámparas y luminarios

A continuación se muestra una tabla de selección general de lámparas.

Aplicación	Necesidades	Producto Philips	Características	Beneficios
Comercial	Hacer los productos más atractivos. Reducir costos de energía.	White Son (Sodio de alta presión). MHK-TD (Aditivos metálicos).	Elevado flujo luminoso. Alto rendimiento de color. Ahorradoras de energía	Hace lucir a la mercancía más atractiva y más natural. Bajos costos de energía.
Industrial	Áreas grandes uniformemente iluminadas con luz brillante. Reducción de costos de energía y de mantenimiento.	Ceramalux Confort. (Lámpara HPS) Aditivos metálicos.	Alto rendimiento de color. Mayor vida útil. Ahorradoras de energía	Mejora de seguridad y la productividad. Bajos costos de energía y de mantenimiento.
Exteriores y alumbrado Público	Incrementar la seguridad. Facilitar la identificación de objetos, la gente y alrededores.	Ceramalux Confort (Lámpara HPS) Aditivos metálicos.	Alto rendimiento de color. Mayor vida útil. Ahorradoras de energía	Mejora la seguridad y la productividad. Bajos costos de energía y de mantenimiento.
Horticultura	Iluminar invernaderos. Mejor desarrollo y crecimiento de las plantas. Reducir costos de energía.	SON AGRO(HPS)	Luz azulada (30% de la luz ubicada en las bandas del color del espectro de la luz que emite)	Rápido crecimiento de la planta. Reducción de costos de mantenimiento.
Iluminación deportiva	Luz brillante para campos deportivos que facilite la descripción de los objetos. Reducción de costos de energía.	Aditivos metálicos de 400W a 1000W. Aditivos metálicos de 1800W. Arena Visión.	Alto rendimiento de color. Mayor vida útil. Ahorradoras de energía. Elevado flujo luminoso.	Luz brillante de muy buena calidad. Bajos costos de energía y de mantenimiento.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Iluminación de Seguridad	Confort y seguridad. Iluminación nocturna. Reducción de costos de energía.	Sodio de baja presión Ceramalux (HPS). Aditivos metálicos.	Mayor vida y durabilidad. Ahorradoras de energía. Compacta. Elevado flujo de luminoso.	Bajos costos de operación y mayor vida útil.
Aplicación	Necesidades	Productos Philips	Características	Beneficios
Displays, acentuación. Iluminación hacia abajo (Downlighting)	Brillantes, direccional. Luz concentrada. Ahorro de energía. Bajo rendimiento.	PAR Halógeno 16,20,30,38. Masterline Cuadrada MR-16 MR-16	Lámparas con alta eficiencia que dan más luz que las lámparas halógenas standard con un menor consumo de energía.	La mercancía luce más atractiva. Bajo costo de energía. Bajo mantenimiento.
	Luz direccional de alta intensidad con haz de luz centrado.	Lámparas Reflectoras. Sporline R.19.25.30 PAR Halógeno 16,20,30,38	Sistema de doble reflector.	Concentra 25% de más luz en el centro del haz que cualquier otra.
Luz de acentuación. Decoración.	Atractiva. Colores suaves y llamativos. Realzar la apariencia de los muebles en un cuarto.	Softone.	Matrices durazno, rosa, azul y blanco.	Iluminación atractiva que resalta los colores de las texturas del hogar.
	Atractivas. Blanca y brillante para interiores.	Cápsulas de halógeno PAR Halógeno 16,20,30,38.	Mayor eficiencia y duración de la lámpara, luz brillante alto mantenimiento de lúmenes.	Luz blanca brillante. Bajos costos de energía. Bajo mantenimiento y mayor vida de la lámpara.



El planteamiento de un sistema de iluminación presupone que el Ingeniero ha estudiado el problema y ha determinado al menos una selección tentativa de la combinación lámpara-luminario. Los parámetros que deberá haber considerado previamente incluyen:

- Funciones y/o actividades en el local
- Iluminación mantenida recomendada
- Geometría de local y reflectancias de las superficies
- Eficiencia energética e inversión atractiva
- Consideraciones estructurales, etc

7.5 Cálculo de iluminación interior

El procedimiento para el cálculo de iluminación de interiores, puede resultar complicado para el principiante. En esencia, el método involucra el planteamiento de ecuaciones preliminares, la determinación de parámetros básicos y cálculos. También se deberá cumplir con la tabla A (anteriormente expuesta en esta capítulo) que contiene los valores máximos permisibles de densidad de potencia eléctrica para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales, según la NOM-007-ENERO, la cual indica que no se deberá de exceder de:

16.0 W/m² para la iluminación en oficinas

19.0 W/m² para áreas comerciales (que es el caso de la planta baja del edificio en cuestión)

2.0 W/m² para estacionamientos interiores

7.5.1 Fundamentos de Iluminación

A continuación se da una exposición de las relaciones básicas a través de conceptos.

Intensidad de iluminación

La intensidad de iluminación se puede obtener de tablas generadas por sociedades especializadas en el estudio de esta rama de la ingeniería; en el caso de Estados Unidos de Norteamérica la Illuminating Engineering Society (IES) publica los valores recomendados; en nuestro país la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación hace lo propio. Los fabricantes de productos de iluminación proporcionan catálogos y manuales al respecto.

Superficie

El área por iluminarse se considera en metros cuadrados, si el nivel de iluminación se maneja en *luxes*, o bien en pies cuadrados si se toman valores de *footcandles*:

Factor de mantenimiento

Este factor es una función de la depreciación de la emisión luminosa del luminario, debido a la acumulación de suciedad en el mismo, así como a la depreciación de las superficies reflectoras o transmisoras de la luz ocasionadas por el envejecimiento y las horas de uso. El factor de mantenimiento se obtiene multiplicando el valor de la depreciación de la lámpara por la depreciación por suciedad del luminario. Este factor puede estimarse considerando los siguientes porcentajes:

- Para locales limpios: 10 %
- Para locales de limpieza regular: 15 a 20 %
- Para locales sucios: 25 a 35 %

Coeficiente de Utilización

Es una relación entre los lúmenes que llegan al plano de trabajo y los lúmenes totales generados por la lámpara. Es un factor que considera la eficacia y la distribución del luminario, su altura de montaje, las dimensiones del local y las reflectancias de las paredes, techo y piso. Los valores correspondientes se obtienen de tablas. La ecuación básica se desarrolla para incluir en ella un cierto número de factores que modifican el comportamiento de la luz entre el luminario y el plano de trabajo que va a ser iluminado.

7.5.2 Cálculo de niveles de iluminación por el método de cavidad zonal

El Método de Cavidad Zonal para el cálculo de niveles de iluminancia fue desarrollado por la Sociedad de Ingenieros en Iluminación de Norte América IESNA (Illuminating Engineering Society of North America;) para determinar los niveles de iluminación promedio proporcionado por los luminarios dentro de un espacio cerrado. Sus resultados son generalmente más representativos de un caso real y puede aplicarse a cualquier tipo de sistema de iluminación en locales regulares (rectangulares ó cuadrados) ó de formas especiales; como es el caso de la Torre Siglum que presenta una forma de elipse.

El término Cavidad Zonal se deriva de la suposición de que el espacio está dividido en cavidades sobrepuestas (máximo tres) y considera el comportamiento de la luz en cada cavidad antes de que la luz alcance el plano de trabajo, éste último es el plano en el cual se desarrolla la tarea visual.

Nota: El método de cavidad zonal lo desarrollamos paso a paso, solo para determinar los niveles de iluminación de la planta baja de la Torre Siglum, los demás cálculos fueron desarrollados por medio del programa "visual" de Lithonia que se basa en este mismo método.

Cálculo de iluminación

Para los cálculos es necesario tener la información detallada del espacio a iluminar, en esta caso se desarrollará el método de cavidad zonal para la planta baja de la Torre Siglum, que es un área destinada para uso comercial, por lo tanto se necesitarán los siguientes datos que servirán de base para él calculo de iluminación.

Datos:

- a) Local comercial de la planta baja de la Torre Siglum
- b) Área: 488.5961 m²
- c) Nivel de iluminación requerida en espacio comercial: 600 luxes
- d) Lámpara a utilizar: A.M. (aditivos metálicos) 400W.
- e) Lúmenes por lámpara: 36000 lm
- f) Luminario a utilizar: THR 400M PA22 (1.6 S/MH) LITHONIA LIGHTING-HITEK INDOOR
- g) Condición de suciedad: media
- h) Mantenimiento del sistema de iluminación: cada 24 meses

El cálculo de iluminación está basado en la determinación de la cantidad de iluminación ó nivel de iluminancia dado en luxes:

$$(1) \quad \text{LUX} = \frac{\text{FLUJO LUMINOSO (Lúmenes)}}{\text{AREA m}^2}$$

Esta es la ecuación básica de iluminancia y en ella se asume que toda el flujo luminoso dado en lúmenes incide en el plano de trabajo. El método de cavidad zonal involucra cuatro parámetros principales que deben ser considerados por el ingeniero mediante la aplicación de factores adicionales en la ecuación (1):

- a) Coeficiente de Utilización (CU)
- b) Depreciación de los lúmenes de la lámpara (DLL)
- c) Depreciación por polvo en el luminario (DPL)
- d) Depreciación por suciedad del local (DPSL)

De los cuatro parámetros anteriores, el que requiere un procedimiento más largo y complejo es el coeficiente de utilización CU.

Coeficiente de utilización (CU)

Las lámparas de un luminario generan una cierta cantidad de lúmenes, pero únicamente parte de esos lúmenes salen del luminario. El resto es absorbido por los diferentes elementos que forman el propio luminario; a la relación entre lúmenes que salen y lúmenes totales producidos por las lámparas se le denomina eficiencia del luminario y se da usualmente en por ciento, el CU es la relación entre la luz generada por la lámpara y la luz que finalmente incide en el plano de trabajo.

Así la ecuación (1) se modifica:

$$(2) \quad \text{LUXES} = \frac{(\text{LUMENES})(\text{CU})}{\text{ÁREA}}$$

Este es un método que permite calcular el valor del coeficiente de utilización por medio de tablas que consideran lo siguiente:

- Longitud ilimitada de los planos de trabajo
- Alturas diferentes a los planos de trabajo
- Reflejos diferentes por encima y por debajo de los luminarios
- Obstrucciones en la cavidad del techo y en el espacio por debajo de los luminarios

Factor de pérdida de luz (FPL)

Los lúmenes emitidos por la lámpara disminuyen cuando ésta envejece; la suciedad en lámparas y luminarios reduce la eficiencia y la suciedad del local atenúa la luminancia (es la expresión cuantitativa de la cantidad de luz reflejada en una dirección determinada). Debido a que el nivel de iluminación usualmente es calculado como un valor mantenido (un nivel mínimo recomendado), la iluminación proyectada requiere un nivel inicial mayor; por tanto, la ecuación (2) debe ser modificada mediante la inclusión de factores de depreciación compensadores.

Depreciación de los lúmenes de la lámpara (DLL)

Compensa las pérdidas de los lúmenes de salida. El factor DLL es proporcionado por el fabricante de la lámpara.

Depreciación por polvo en el luminario (DPL)

Compensa las pérdidas ocasionadas por la acumulación de polvo en lámparas y luminarios. El valor depende del diseño del luminario y de las condiciones ambientales; por ejemplo, la pérdida es mucho mayor en una metalúrgica que en una oficina con aire acondicionado y filtrado. El factor DPL se determina con exactitud aceptable mediante el empleo de tablas ó gráficas.

Depreciación por suciedad del local (DPSL)

Compensa las pérdidas que ocasiona la suciedad en la reflectancia de las superficies del local. El DPSL se determina mediante tablas.

Integrando todos estos factores la ecuación (2) queda como sigue:

$$(3) \quad \text{LUXES} = \frac{(\text{LUMENES})(\text{CU})(\text{DLL})(\text{DPL})(\text{DPSL})}{\text{ÁREA}}$$

siendo FPL (factor de pérdida de luz) el producto de todos los factores de depreciación:

$$(4) \quad \text{FPL} = (\text{DLL})(\text{DPL})(\text{DPSL})$$

Entonces, la ecuación (3) puede ser expresada como:

$$(5) \quad \text{LUXES} = \frac{\text{LUMENES}(\text{CU})(\text{FPL})}{\text{ÁREA}}$$

7.5.2.1 Ecuaciones de trabajo

El cálculo de iluminación implica la determinación del número total de lúmenes y por tanto de la cantidad de luminarios requeridos para producir un nivel de iluminancia previamente seleccionado. Entonces, es conveniente transformar la ecuación 5 para determinar el total de lúmenes requeridos:

$$(6) \quad \text{LUMENES TOTALES} = \frac{(\text{LUXES})(\text{ÁREA})}{(\text{CU})(\text{FPL})}$$

Cada luminario tiene un número conocido de lámparas y cada lámpara genera una cantidad dada de lúmenes. Por tanto, la cantidad de lúmenes producidos dentro de cada luminario es:

$$(7) \quad \text{LUMENES POR LUMINARIO} = (\text{N}^\circ \text{ DE LAMPAS})(\text{LUMENES POR LAMPARA})$$

El paso final consiste en determinar el número requerido (N) de luminarios:

$$(8) \quad N = \frac{\text{LUMENES TOTALES}}{\text{LUMENES POR LUMINARIO}}$$

Es mejor para el principiante usar las ecuaciones (6), (7) y (8), en secuencia, sin embargo estos pasos pueden integrarse en una sola ecuación:

$$(9) \quad \text{NÚMERO DE LUMINARIAS}(N) = \frac{(\text{LUXES})(\text{ÁREA})}{(\text{CU})(\text{FPL}) \left(\frac{\text{LUMENES}}{\text{LAMPARA}} \right) \left(\frac{\text{LAMPARAS}}{\text{LUMINARIO}} \right)}$$

Una vez determinado N (número de luminarios), el proyectista puede trasladar esta información al arreglo ó disposición de luminarios, conocido comúnmente como "lay out". La geometría del local y/o las condiciones de instalación puede implicar ligeras modificaciones en el número de luminarios.

Determinación del coeficiente de utilización

Nota: Consultar el anexo 4.

Extracción del CU

El Ingeniero no calcula los CU's; estos se establecen a partir de pruebas fotométricas en los laboratorios del fabricante o en laboratorios independientes. A continuación se muestra una sección de la tabla de CU con porcentaje de las Reflectancias de Cavidad de Piso PCP= 20% que corresponde al luminario seleccionado, dicha sección es la tabla 3.

Para extraer el CU:

- (1) Entre a la línea superior del Porcentaje de Reflectancia de Cavidad del Techo PCT= 70 %
- (2) Entre a la segunda línea de Porcentaje de Reflectancia de la Pared RP= 50%
- (3) Entre a la columna de Reflectancia de Cavidad del Local RCL= 2.53
- (4) Obtenga el CU en la intersección de (1), (2) y (3)

Nota Los datos de PCP, RCT, RP y RCL fueron obtenidos en los cálculos de la Determinación del coeficiente de utilización que aparecen en el anexo 4

TABLA 3 PARA 20% DE CAVIDAD DEL PISO

TIPO DE LUMINARIO	REFLECTANCIA REAL DE TECHO EN %	80			70			50		
	REFLECTANCIA REAL DE PARED EN %	50	30	10	50	30	10	50	30	10
REFLECTOR CON VENTILACIÓN PARA DISTRIBUCIÓN DIFUSA CON LAMPARA CLARADE DESCARGA DE ALTA INTENSIDAD	REFLECTANCIA DE CAVIDAD DEL LOCAL RCL									
	0				90	90	90			
	1				83	81	79			
	2				79	72	69			
	3				68	64	60			
	4				62	57	53			
	5				56	51	47			
	6				51	45	41			
	7				45	39	35			
	8				41	35	31			
	9				37	31	...			
10				33	27	...				

En ocasiones es necesario interpolar valores de CU, como en este caso. Los valores de CU varían casi linealmente, por lo que es válido hacer una interpolación lineal. Para este caso se hace una interpolación y el resultado final es $CU = 0.74$.

Las tablas de CU están calculadas para locales que tengan una reflectancia de la Cavidad del Piso de 20%, que es el caso de la tabla 3. Si el PCP que se obtuviera variara notablemente de 20%, es necesario corregir el CU con un "Factor Multiplicador". Para este caso PCP = 20% por lo tanto no es necesario ajustar.

Nota: en caso de ser necesario un ajuste del CU se debe consultar el anexo 4.

Determinación del Factor de Pérdida de Luz FPL.

Anteriormente se definieron tres factores que contribuyen a la reducción de los niveles de iluminancia: DLL, DPL y DPSL. Cada uno es una predicción, en por ciento, de la cantidad de luz que sobrevivirá estos efectos reductores sobre un tiempo determinado. El producto de todos estos es llamado el Factor de Pérdida de Luz FPL; los más importantes son el DLL y DPL.

Nota: los cálculos para obtener el DLL, DPL y el DPSL se encuentran en el anexo 4.

Por lo tanto el Factor de Pérdida de Luz FPL = (DLL)(DPL)(DPSL) = (0.80)(0.80)(1) = 0.64

Por lo que ya se tienen todos los valores de la ecuación 9 para determinar el número de luminarias a instalar.

$$(9) \text{ N}^\circ \text{ DE LUMINARIAS (N)} = \frac{(\text{LUXES})(\text{ÁREA})}{(\text{CU})(\text{FPL}) \left(\frac{\text{LUMENES}}{\text{LAMPARA}} \right) \left(\frac{\text{LAMPARAS}}{\text{LUMINARIO}} \right)} = \frac{(600)(560)}{(0.74)(0.64)(36000)(1)} = 19.$$

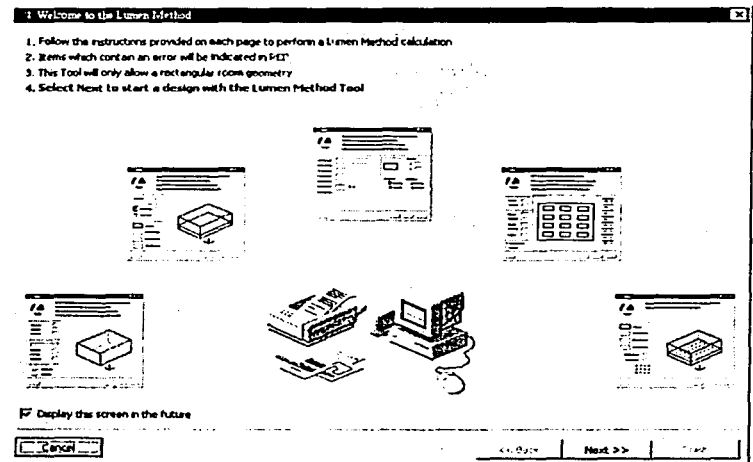
El resultado es 19.707. luminarias pero por razones de distribución en el local se instalarán 19 luminarias, del tipo ya mencionado, que proporcionarán 600 lux en el plano de trabajo que fue propuesto a una altura de 76 cm; las luminarias serán distribuidas en toda el área de la planta baja de la Torre Siglum, como se muestra en el plano IE-05 del anexo 3.

7.6 Sistema visual

Consiste en un programa que solo se vacían los datos de diseño y automáticamente se obtienen los resultados, este programa fue aplicado a todos los cálculos de iluminación de este proyecto por ser confiable y fácil de usar.

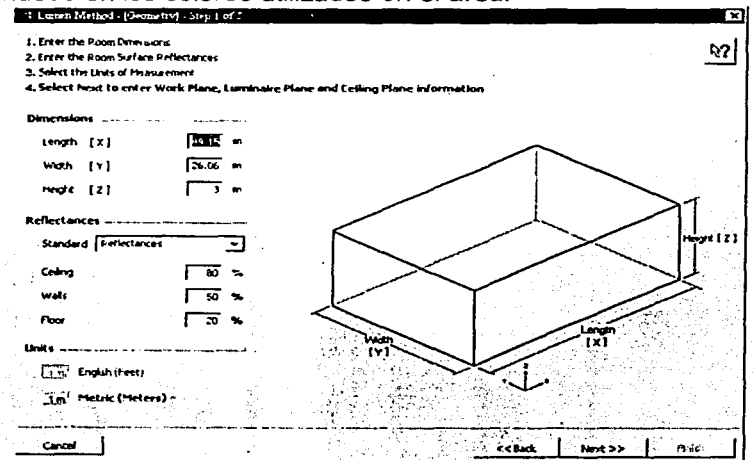
7.6.1 Cálculo de alumbrado método de cavidad zonal

El programa "visual" de Lithonia, para el cálculo de alumbrado, se encuentra basado en el método de cavidad zonal.



Definición de parámetros

Este proceso del programa consiste en ingresar los datos del área a iluminar, así como sus características de reflexión de luz basándose en los colores utilizados en el área.



Dentro de los parámetros a definir del área a iluminar, se encuentran la altura del local, altura del área de trabajo, y el tipo de techo del local (plafon, loza, etc.)

1. Lumen Method - [Room] Step 2 of 5

1. Enter the Work Plane Height
2. Enter the Luminaire Mounting Height
3. Select the Ceiling Grid Plan
4. Select Next to enter the Luminaire Photometry and Symbol Information

Work Plane

Height [Z] m

Luminaire Plane

Mounting Height [Z] m

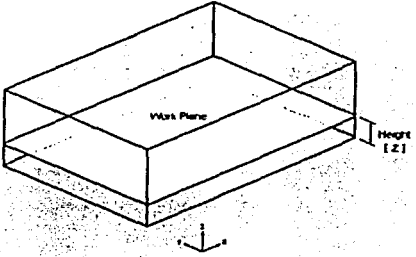
Ceiling Grid

Open Ceiling

2 x 2 Ceiling

4 x 2 Ceiling

2 x 4 Ceiling



Cancel << Back Next >> 7/11


Especificación de luminaria

Tomando como base el catalogo de luminarias de Lithonia, así como la base de datos suministrada por el programa, es posible tener acceso a las diferentes curvas de luminarias, datos y especificaciones de la misma.

1. Lumen Method - [Luminaire] Step 3 of 5

1. Select a Photometric File or specify the Photometric Information
2. Specify a Light Loss Factor
3. Specify the Luminaire Symbol
4. Select Next to specify Design Parameters and Constraints

Photometry

Photometric File 

Catalog Number


CJ Value RCR:


Lamps per Luminaire

Lumens per Lamp

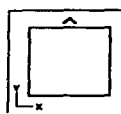
Input Power Watts

Light Loss Factor

Standard 

LLF Value 

Symbol



Dimensions

X m

Y m

Shape

Rectangular

Circular

Rotation

0 Degrees

90 Degrees

Cancel << Back Next >> 7/11

Nivel de iluminación deseado

Una vez definida el área a iluminar, se ingresa el nivel de iluminación deseado en luxes o candelas, teniendo la posibilidad de proponer un arreglo propio en la cantidad de luminarias o carga por metro cuadrado.

1. Lumen Method - (Preliminary Design) - Step 4 of 5

1. If desired, enter a Design Parameter (value may be modified to provide an optimal design)
2. Enter any desired Design Constraints (values will not change in final design)
3. Select the Illuminance Units
4. Select Next to specify a Calculation Zone or Finish to export this design to Visual

Design Parameters

Illuminance Lux

Number Luminaires

Power Density W/sq m

Design Constraints

Number Columns [X]

Number Rows [Y]

Column Spacing m

Row Spacing m

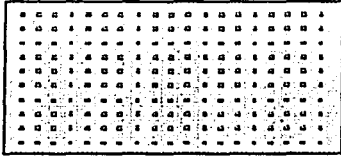
Column Start m

Row Start m

Illuminance Units

Footcandles

Lux



Illuminance 293 lux

Total Luminaires 190

Number Columns 19

Number Rows 10

Column Spacing 2.44 m

Row Spacing 2.44 m

Column Start 2.32 m

Row Start 2.32 m

Power Density 1.75 W/sq m

10.63 W/sq m

Cancel << Back Next >> Finish

Presentación de resultados

El formato de resultados del cálculo, puede ser modificado basándose en los puntos en los cuales se valorará el nivel de iluminación obtenido mediante el arreglo propuesto.

1. Lumen Method - (Calculation Grid) - Step 5 of 5

1. Select Calculation Zone Spacing
2. Select Finish to export the lighting design to Visual

Calculation Zone

1/4 Luminaire Spacing (0.6 x 0.6 m)

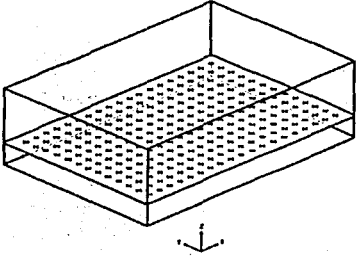
1/2 Luminaire Spacing (1.2 x 1.2 m)

No Calculation Zone

Specified Spacing

Row Spacing m

Column Spacing m



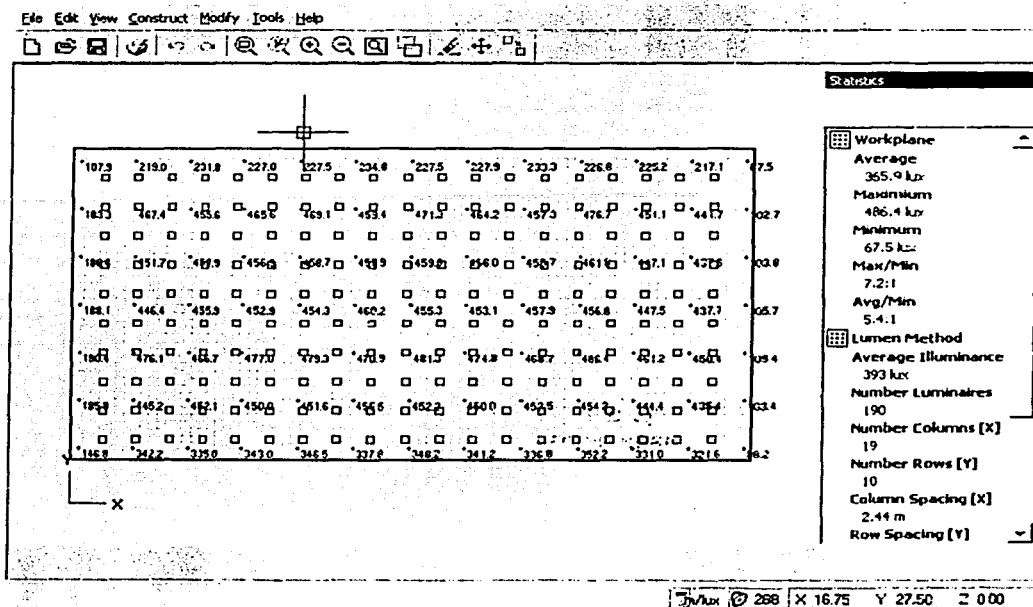
Rows

Cols

Cancel << Back Next >> Finish

Resultados

Los resultados del programa, incluyen la distribución propuesta, así como un resumen de las especificaciones hechas anteriormente y se presentan en el anexo 4.



7.7 Valores de Densidad de Potencia Eléctrica DPE.

Para verificar que estos cálculos de iluminación cumplen con lo especificado por la NOM-007-ENERO-1995 se verifican los resultados obtenidos mediante la siguiente tabla:

ÁREA ILUMINADA	ÁREA EN m ²	Nº DE LUMINARIAS	POTENCIA EN W POR LUMINARIA	DPE EN W/m ²	MÁXIMA DPE PERMITIDA POR NOM-007-ENERO-1995	CUMPLI
PB. ÁREA COMERCIAL TORRE S.	560	19.0	400	13.57	19.0	SI
PISO DE OFICINAS PLANTA TIPO	917.104	154	65	10.91	16.0	SI
ESTACIONAMIENTO EN SOTANOS PT	2000	25	118	1.47	2.0	SI

Por lo tanto los cálculos de iluminación cumplen con lo establecido en la norma NOM-007-ENERO-1995 que dicta la eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

Capítulo VIII Disposición de canalizaciones y accesorios

8.1 Clasificación de las instalaciones eléctricas

Las instalaciones necesitan de un medio de canalización, el cual les provea de orden, limpieza y principalmente protección, tanto a los elementos conductores de energía, como a los usuarios de dichas instalaciones, en base a su acabado final, podemos clasificar a las canalizaciones de la siguiente manera:

- Visibles entubadas (aparentes)
- Temporales
- Parcialmente ocultas
- Ocultas

Visibles entubadas (aparentes)

Las instalaciones eléctricas aparentes son aquellas instalaciones que por necesidad de la instalación, es necesario que las canalizaciones se encuentren a la vista, todo esto sin perder protección mecánica y ambiental, tratando de que sean lo mas estéticas posible.

Temporales

Este tipo de instalaciones se construyen para abastecer de energía eléctrica por periodos de tiempo cortos, como es en el caso de ferias, carnavales, exposiciones, juegos mecánicos, servicios en obras en proceso, etc.

Parcialmente ocultas

Se llaman instalaciones parcialmente ocultas, a todas aquellas instalaciones que por necesidades propias del lugar de construcción deben realizar conexiones de equipo (ya sea móvil o fijo), en lugares donde es imposible ocultar la canalización.

Ocultas

Este tipo de instalaciones es la que ofrece mejor acabado y protección a las instalaciones, ya que no se observa en ningún trayecto las canalizaciones (excepto por los remates a los equipos).

De acuerdo a las descripciones anteriores podemos mencionar algunos tipos de las canalizaciones común mente utilizadas en instalaciones eléctricas que cumplen con las necesidades del diseño y desarrollo del proyecto eléctrico enmarcadas en la NOM-001-SEDE-1999.

8.2 Tipos y selección de canalizaciones

Los principales tipos de canalizaciones utilizadas en instalaciones eléctricas son principalmente soportes tipo charola, tuberías conduit galvanizada pared delgada y gruesa, tuberías de PVC, tuberías flexibles, ductos cuadrados, etc. El proceso de selección del tipo de canalización a utilizar engloba muchos factores como lo son el medio ambiente, el tipo de construcción (obra civil), limitantes de obra, factores de corrección de ampacidad de conductores, así como el factor de agrupamiento de los mismos.

8.2.1 Soportes tipo charola

Es un conjunto de elementos y accesorios, que forman un sistema estructural rígido utilizado para soportar cables y canalizaciones.

Uso. Los soportes tipo charola son utilizados principalmente para canalizar conductores cuyos calibres son demasiado grandes para poder maniobrarlos en tuberías o ductos cuadrados. Este tipo de canalizaciones es muy utilizado también en instalaciones industriales, comerciales y arreglo de subestaciones.

Métodos de alambrado. Dentro de las instalaciones eléctricas se utilizan principalmente dos tipos de charolas.

Las de fondo sólido y las de tipo escalerilla; ambos tipo de charolas tienen limitantes en cuanto al tamaño mínimo de los conductores que pueden ser transportados en su interior.

En el caso de los cables del tipo monoconductor la sección transversal mínima de los conductores será de 21.15 mm^2 (calibre 4 AWG) y de un tipo aprobado para su uso en soportes tipo charola para cables.

Los cables multiconductores debe ser de una sección similar al calibre 4 AWG y deberán ser de un tipo aprobado para su uso en soportes tipo charola, ya sea que se utilicen en fuerza o control. Dentro de la distribución de conductores en charolas, es necesario tomar en cuenta que no se deben instalar juntos conductores con diferentes voltajes de operación, (conductores de más de 600 volts, con conductores de 600 volts o menos), mezclar sistemas de emergencia, con sistemas energía normal, a menos que se tengan barreras fijas de material sólido, que sean compatibles con el tipo de charola utilizado.

Existen tres configuraciones que pueden aplicarse en la distribución de los cables a lo ancho de la charola, en una capa, en configuración triplex y configuración cuadruplex. En todos los casos es necesario tener en cuenta los factores de relleno de las charola, ya que estos factores dependen tanto de los calibres como de los diámetros exteriores de los conductores y principalmente de las dimensiones de la charola (artículo 318 NOM-001-SEDE-1999). Todos los conductores que sean instalados en charolas en diferentes configuraciones, deberán ser fijados firmemente a los travesaños, a una distancia no mayor a los 70 cm, mediante amarres que no afecten su aislamiento. Cuando se instalan soportes tipo charola es necesario dejar un espacio alrededor, que permita un acceso adecuado para realizar mantenimiento y corrección de las instalaciones

Puesta a tierra de canalizaciones tipo charola

Los soportes tipo charola, al igual que otro tipo de canalizaciones debe puesto a tierra, como lo marca el artículo 250 de la NOM-001-SEDE-1999. Para ello se utilizan conectores mecánicos y puentes de unión, los cuales deben ser rematados a la barra de tierras mediante un cable de puesta a tierra que deberá estar unido eléctricamente a la charola. El calibre de este conductor debe ser calculado en base al dispositivo de protección del circuito de mayor capacidad conducido en la charola.

8.2.1.1 Capacidad de conducción de corriente de conductores instalados en canalizaciones tipo charola

Su capacidad de conducción, se ve afectada debido a diversos factores tales como: la temperatura de operación, lugar de instalación (exterior o interior), tipo de cable utilizados, etc.

Por estos motivos, es necesario tomar en cuenta lo dispuesto por el artículo 310-11 de la NOM-001-SEDE-1999, el cual nos define mediante tablas, los factores de corrección que deben ser aplicados a los conductores instalados en soportes tipo charola.

Tabla A-310-2. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible en 2 o 3 conductores sencillos aislados de 0-2000 V nominales en un cable soportado por un mensajero para una temperatura ambiente de 40 °C

Tamaño nominal mm ²	Temperatura nominal del conductor (véase la Tabla 310-13)				Tamaño nominal AWG o kcmils
	75 °C		90 °C		
	Tipo RH, RHW, THHW, THW, THW-LS, THW-LS THWN, XHHW	Tipos THHN, THHW, THHW-LS THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2	Tipos RH, RHW, XHHW	Tipo RHH, XHHW, RHW-2, XHHW-2, USE-2,	
	Cobre		Aluminio		
8,367	57	66	—	—	8
13,3	76	89	59	69	6
21,15	101	117	78	91	4
26,27	118	138	92	107	3
33,62	135	158	106	123	2
42,41	158	185	123	144	1
53,48	183	214	143	167	1/0
67,43	212	247	165	193	2/0
85,01	245	287	192	224	3/0
107,2	287	335	224	262	4/0
126,67	320	374	251	292	250
152,01	359	419	282	328	300
177,34	397	464	312	364	350
202,68	430	503	339	395	400
253,35	496	580	392	458	500
304,02	553	647	440	514	600
354,69	610	714	488	570	700
380,03	638	747	512	598	750
405,36	660	773	532	622	800
456,04	704	826	572	669	900
506,71	748	879	612	716	1,000
Factores de corrección					
Temperatura ambiente en °C	Para temperatura ambiente distinta de 40 °C, debe multiplicar los valores anteriores por el factor correspondiente de los siguientes:				Temperatura ambiente en °C

21-25	1,20	1,14	1,20	1,14	21-25
26-30	1,13	1,10	1,13	1,10	26-30
31-35	1,07	1,05	1,07	1,05	31-35
36-40	1,00	1,00	1,00	1,00	36-40
41-45	0,93	0,95	0,93	0,95	41-45
46-50	0,85	0,89	0,85	0,89	46-50
51-55	0,76	0,84	0,76	0,84	51-55
56-60	0,65	0,77	0,65	0,77	56-60
61-70	0,38	0,63	0,38	0,63	61-70
71-80	—	0,45	—	0,45	71-80

8.2.2 Tubo conduit

Es una canalización metálica, de sección circular, en cuyo interior son transportados los conductores eléctricos de una instalación. Existen varios tipos de tubo conduit, su principal diferencia radica en la dureza del material de construcción. De esta manera tenemos tubo conduit metálico tipo ligero o pared delgada, tubo conduit metálico tipo semipesado o pared gruesa y tubo conduit tipo pesado.

Usos

Los tipos de tuberías mencionados anteriormente, son los más utilizados en las instalaciones eléctricas, tanto comerciales como industriales, incluyendo las áreas especiales mencionadas en el artículo 500 de la NOM-001-SEDE-1999.

La tubería conduit tipo ligera o pared delgada es utilizada en instalaciones para dar protección a los conductores que no están expuestos a una gran cantidad de esfuerzos y daños mecánicos, que pudieran afectar a los conductores y principalmente poner en riesgo la integridad física de los usuarios. Este tipo de tubería, es instalado principalmente, en interiores, ya sea en instalaciones aparentes, como en instalaciones ocultas por plafón o ahogadas en muro de concreto, tablarroca u otros. Esta tubería cuenta con una serie de elementos que nos ayudan a dar forma a las trayectorias de los circuitos, entre ellos contamos con codos (ya sean hechos en fabrica o realizados con dobladores de tubo), coples, cajas registro galvanizadas, condulets, conectores de tubo a registros y condulets, reducciones bushing, niples, etc. Todos estos elementos nos permiten realizar trayectorias limpias y ordenadas.

La tubería conduit tipo semipesada o pared gruesa es utilizada en instalaciones para dar protección a los conductores que estén expuestos a una gran cantidad de esfuerzos y daños mecánicos, que pudieran afectar a los conductores y principalmente poner en riesgo la integridad física de los usuarios. Este tipo de tubería, es instalado principalmente, en interiores, exteriores, por piso y ahogadas en concreto. Dado que este tipo de tubería es instalada de cualquier forma, el acabado que se le puede dar depende del uso de la instalación, y de la estética que se quiera dar a la misma. De manera similar a la tubería conduit ligera, este tipo de tubería también cuenta con elementos como codos, coples, cajas registro galvanizadas, condulets, conectores de tubo a registros (contra y monitor), condulets, reducciones bushing, niples, etc. Los cuales nos permiten realizar trayectorias limpias y ordenadas. La tubería conduit tipo pesada se utiliza en instalaciones que requieran de mayor protección de los conductores, o en áreas especiales en las cuales sea necesaria la utilización de sellos y materiales a prueba de explosión, polvo, etc.

8.2.2.1 Tubo de PVC

Actualmente existen tuberías de PVC tanto de servicio ligero y servicio pesado, las cuales tienen su principal uso en redes subterráneas (tanto en baja como en media tensión) que comúnmente van encofradas en concreto. Este tipo de tuberías también es útil en zonas en donde el clima corroe los tipos de tuberías antes mencionadas, por lo que esta es una buena opción para evitar la corrosión de los elementos. Cabe mencionar que existen ciertos tipos de condiciones en los cuales no se permite la utilización de este tipo de tuberías, (ver artículo 331 de la NOM-001-SEDE-1999).

8.2.2.2 Tubo flexible

A veces es necesario que las tuberías absorban cierta cantidad de vibraciones, o que tengan cierta movilidad en base a los requerimientos de los equipos a conectar, en otras ocasiones las mismas trayectorias de las tuberías o algunos limitantes de la obra civil, nos demanda la utilización de tubos flexibles, existen tres grupos principales de tubos flexibles, que pueden ser clasificados de la siguiente manera:

Tubos flexibles metálicos. Este tipo de tubos como su nombre lo indica, están compuestos por una serie de eslabones de metal, que permiten que el tubo tenga un cierto grado de movilidad, es utilizado principalmente en instalaciones interiores, que no se encuentren expuestas al medio ambiente.

Tubos Flexible a prueba de líquidos, poseen las mismas propiedades que el anterior pero cuenta con una capa plástica que no permite la entrada de líquidos a su interior, el tipo más común es el llamado licuatite. Es utilizado en todo de instalaciones, tanto interiores, como exteriores, y en algunos casos en instalaciones especiales de menor grado.

Tubos flexibles para instalaciones especiales. Existen instalaciones especiales que demandan otro tipo de tubos flexibles, cuyas características permitan una perfecta operación de las instalaciones sin tener riesgos.

Tabla 10-4. Dimensiones de tubo (*conduit*) metálico tipo pesado, semipesado y ligero y área disponible para los conductores (basado en la Tabla 10-1, Capítulo 10)

Tamaño nominal mm	Diámetro interior Mm	Área interior total mm ²	Área disponible para conductores mm ²		
			Uno conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de dos conductores fr = 40%
16 (1/2)	15,8	196	103	60	78
21 (3/4)	20,9	344	181	106	137
27 (1)	26,6	557	294	172	222
35 (1-1/4)	35,1	965	513	299	387
41 (1-1/2)	40,9	1313	697	407	526
53 (2)	52,5	2165	1149	671	867
63 (2-1/2)	62,7	3089	1638	956	1236
78 (3)	77,9	4761	2523	1476	1904
91 (3-1/2)	90,1	6379	3385	1977	2555
103 (4)	102,3	8213	4349	2456	3282
129 (5)	128,2	12907	6440	4001	5163
155 (6)	154,1	18639	9879	5778	7456

*Para tubo (*conduit*) flexible metálico o no-metálico y para tubo (*conduit*) de PVC y de polietileno, los cálculos deberán basarse en las dimensiones interiores reales proporcionadas por el fabricante o indicadas en la norma de producto.

8.2.3 Ductos cuadrados

Los ductos cuadrados son canalizaciones con sección cuadrada, y cerrados mediante tapas embisagradas, mediante los cuales son transportados los cables conductores de energía, hasta sus puntos de utilización. Son frecuentemente utilizado en ambientes donde los conductores están muy expuestos a daños físicos, mecánicos, por gases (ambientes especiales), o simplemente para hacer remates de tuberías en las zonas de tableros, existen algunas restricciones para el cableado de estos ductos, tales como el número de conductores dentro del ducto, siendo el máximo 30 conductores de fase. Por otra parte el factor de relleno de un ducto nos indica que la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los conductores no debe superar el 20% del área de la sección transversal interior del ducto.

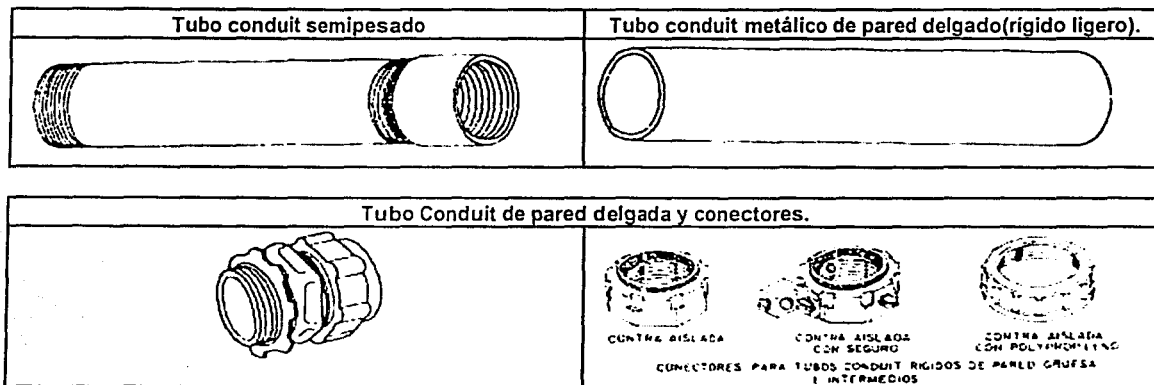
8.3 Soportería

Dentro de la instalación de canalizaciones este es elemento importante, ya que es el medio mediante el cual todas la canalizaciones se mantendrán fijas, seguras y proveerán la forma de soportar el peso de los conductores, existen varios tipos que van desde la más sencilla que pueden ser una abrazadera tipo uña, hasta una compuesta por taquetes de expansión, varillas roscadas, perfil unicanal, abrazaderas para unicanal, etc. No existen reglas específicas, que nos indiquen un tipo de soportería específico para ciertas canalizaciones, regular mente el diseño de soporterías se hace en base a la cantidad de canalizaciones, (sean charolas, tubos o ductos cuadrados) que se necesite pasar por la trayectoria previamente definida, por lo que es muy común que este tipo de decisiones sean todas por los residentes de obra, una vez que se tiene definida la trayectoria real.

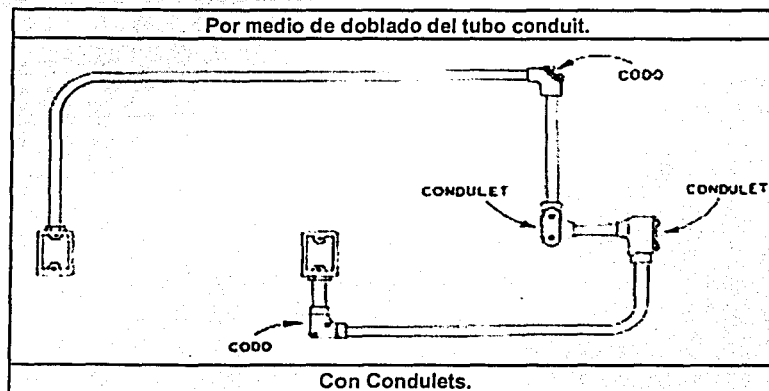
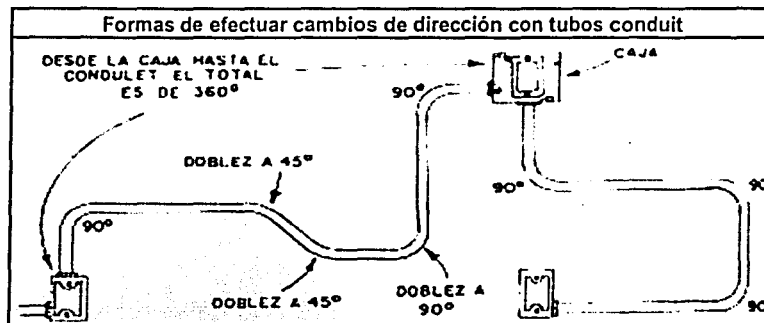
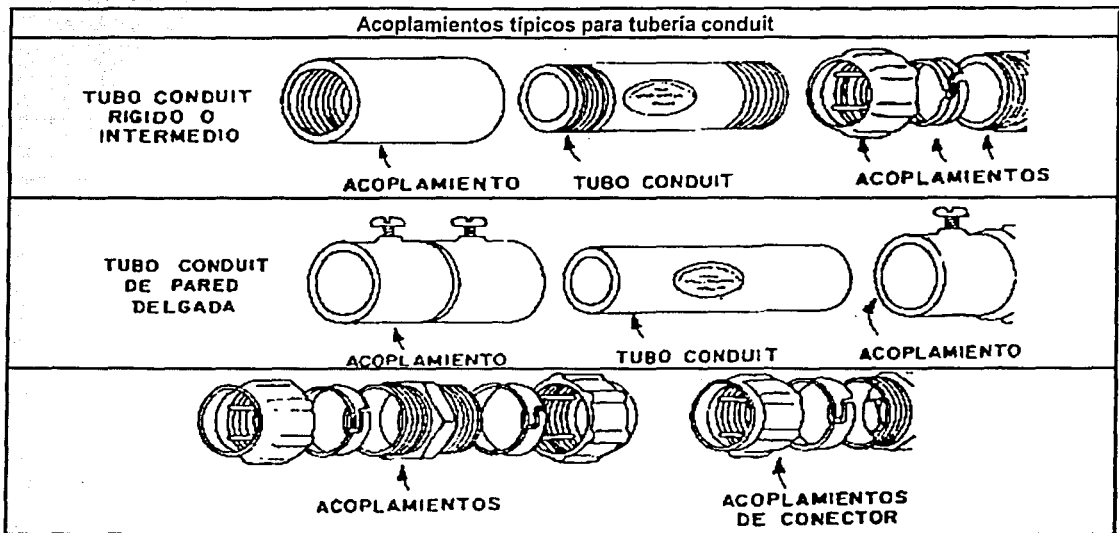
Nota: La norma indica las distancias mínimas entre soportería y entre soportería y cajas registro.

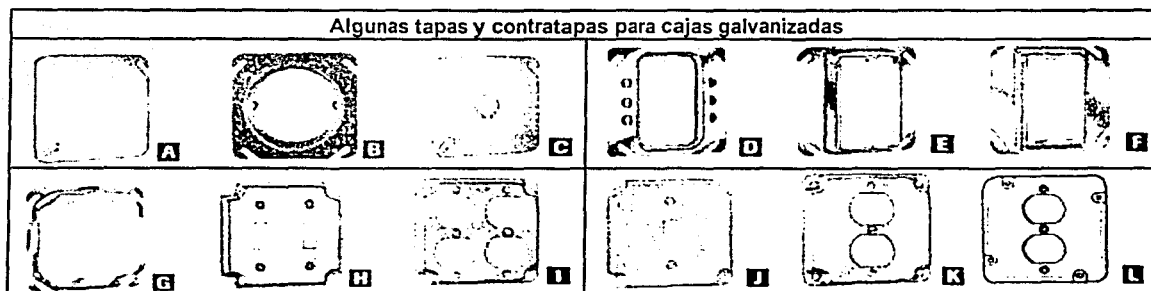
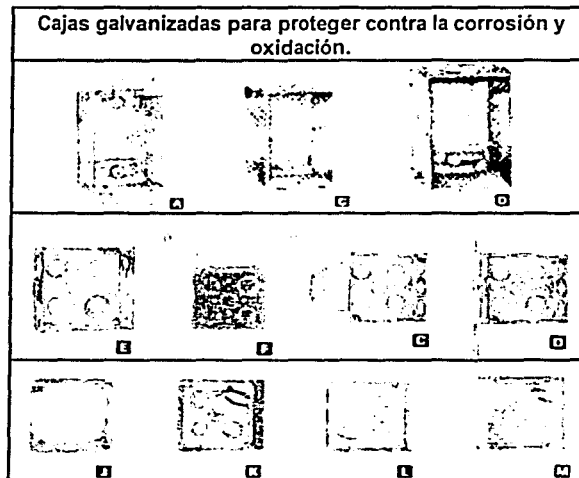
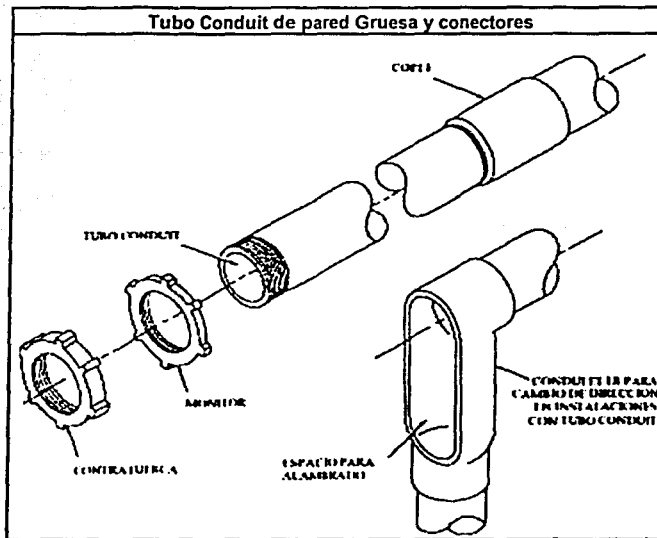
8.4 Accesorios utilizados en baja y media tensión para canalización de tipo Tubo conduit

Dada la gran diversidad de accesorios que pueden llegarse a emplear en una instalación eléctrica, a continuación se da una muestra de algunos de ellos.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





Capítulo IX Especificación del proyecto eléctrico

9.1 Toma de decisiones

En la actualidad todas las organizaciones operan en medio de amenazas e incertidumbres que les plantean la competencia, conflictos bélicos y las fuerzas del mercado. Las opciones son básicamente dos: probar y tratar el problema como una oportunidad o superarlo mediante una gerencia que significa lograr que las cosas se hagan y hacer que las cosas sucedan. Para llevar a cabo esto se tiene que identificar el problema, generar tantas opciones de solución como sea posible, y luego elegir la que mejor convenga para conseguir cierto objetivo, el escoger la mejor opción es tomar la decisión es elegir lo más recomendable para la solución del objetivo; tomar decisiones es crear eventos y configurar el futuro, está la toma de decisiones y el proceso de esta; que son los eventos contundentes al momento de la elección y la decisión.

9.1.1 Clase de decisiones

Estratégicas: las estrategias se refieren a la política y a la dirección de organizaciones.

Operativas: las operativas se refieren a la gerencia cotidiana, que son las que interesan como ingeniero, porque la efectiva puesta en marcha de una estrategia depende de la toma de decisiones al nivel operativo. Anteriormente el tomar decisiones era algo aleatorio, pero en la actualidad su importancia es tal que para tomar decisiones importantes en los altos niveles, se han desarrollado numerosas técnicas que se basan en herramientas matemáticas.

Al tomar decisiones es necesario:

Definir el problema: Es definir perfectamente el problema que hay que resolver y no confundirlo con lo secundario. Por ejemplo, el problema es elegir el tipo de lámpara que debe ser la adecuada para la instalación de la iluminación en el edificio.

Analizar el problema

Una vez determinado el problema es necesario desglosar sus componentes, así como los componentes del sistema en que se desarrolla a fin de poder determinar posibles alternativas de solución. Continuando con el problema, se necesita una lámpara que sea de tipo curvalum, de luz fría, y que pueda instalarse en luminarias de 60 x 60 cm.

Evaluar las alternativas

Es determinar el mayor número posible de alternativas de solución, estudiar las ventajas y desventajas que aplican así como la factibilidad de su implementación, la evaluación se lleva a cabo a través de:

- Análisis de factores tangibles o intangibles
- Análisis secundario
- Análisis costo-efectividad

Como ejemplo, se analizan dos tipos de lámparas:

1. CURVALUME OCTRON T-8 32 W, 4100K/BF (BF blanco frío), 3000 lm, vida promedio, 20 000 Hrs. Mca. OSRAM.
2. FB32T8/TL841, Arranque instantáneo Mca. Philips, potencia en W: 32, bulbo: T8, temperatura de color: 4100 K (Blanco Frio), CRI (Índice de Reflexión de Color): 85 alto rendimiento de color, longitud en mm máxima: 570, vida promedio: 20 000 Hrs, flujo luminoso en Lm.: 2800.

De estas dos lámparas se debe elegir una.

Elegir entre alternativas

Elegir la más idónea para las necesidades del proyecto y la que reditúe máximos beneficios. Las bases para elegir alternativas pueden ser:

- Experiencia
- Experimentación
- Investigación

Las dos lámparas cumplen con las características deseadas pero la segunda tiene un mejor índice de reproducción al color (CRI) de 85 alto para este tipo de lámparas fluorescentes.

Aplicar la decisión

Es poner en practica la decisión que se elige basándose en un plan que comprenderá los recursos, los procedimientos y los programas necesarios, finalmente se decide por la FB32T8/TL841 de arranque instantáneo Mca. Philips.

9.1.2 Toma de decisiones en grupo

Los grupos son únicos porque tienen una identidad única que influye en el comportamiento de cada individuo. La toma de decisiones es muy compleja, amerita un estudio mas detallado, por lo que a continuación se resumen los puntos importantes:

- La definición del problema es lo más importante.
- En ocasiones el problema refleja a quién esta definiendo el problema.
- En la toma de decisión clave del gerente, el problema en ocasiones es la falta de comunicación verbal y presión de trabajo.
- Los problemas tienen más probabilidades de atenderse si hay solución fácil, si son difíciles corren el riesgo de ser ignorados.
- Las personas ponen sus propias metas por encima del proyecto.
- En la práctica se deben tomar decisiones que aborden el problema poco a poco, buscando respuestas fáciles.
- Los que toman decisiones tienden a: simplificar los problemas, considerar solo unas pocas acciones y buscar una solución que sea suficientemente buena.
- La puesta en práctica es una parte importante del proceso decisivo, y que usualmente implica numerosas subdecisiones.

El criterio del ingeniero contribuye en gran medida a desahogar la toma de decisiones, de esta manera las traduce en cuestiones palpables que se reflejan en listas de materiales, proveedores, actividades y precios etc.; que en la siguiente sección se describirán.

9.2 Catálogo de conceptos, precios unitarios y generadores de obra

Para la contratación de una instalación eléctrica es necesario la planeación, programación, presupuestación, contratación, ejecución, supervisión y control de la obra; todo lo anterior siempre bajo la normatividad vigente, inicia con la elaboración del proyecto, el cual deberá de cubrir las necesidades propias del corto, mediano y largo plazo. Una vez elaborado el proyecto, se hace una lista de los conceptos necesarios para poder ejecutarlo, se calcula el volumen (cantidades) de cada uno de ellos, al que se le conoce como **catálogo de conceptos**, así mismo se debe calcular el precio correspondiente, que se le conoce como **precios unitarios**, esto nos genera el presupuesto del proyecto, es aquí donde, sobre la base de los recursos autorizados, se planean los alcances para ejecutar la obra, dividiéndola en etapas, con la finalidad de que éstas sean adecuadas para cumplir con las necesidades requeridas.

Durante la ejecución de la obra se realiza la supervisión de ella para verificar que se lleve a cabo tal y como se proyectó. En todas las obras de instalaciones eléctricas existen variantes o cambios por los imprevistos que surgen durante su desarrollo, el programa de obra presentado por el contratista es muy importante para detectar avances o retrasos reales, teniendo la facultad el propietario de la cancelación del contrato, según los acuerdos establecidos, el contratista presenta estimaciones de trabajos realizados para su pago, los cuales se cotejan verificando físicamente las cantidades generadas, estos datos son presentados en **generadores de obra**. Durante el proceso de construcción se realizan diversas pruebas de laboratorio para saber la calidad de los materiales a utilizar o utilizados. Si el proceso resulta satisfactorio, se termina la obra en tiempo, elaborando para ello una acta de entrega-recepción y se finiquitan los trabajos estipulados en el contrato.

Nota: Para obtener la descripción de estas herramientas, consulte el anexo 1.

9.3. Hojas de especificación de equipo eléctrico

En esta última sección se presentan ejemplos de hojas de especificación de equipos comerciales en México, dichas hojas presentan información que detallan datos técnicos de normatividad aplicada, tecnología, dimensiones, capacidad, color, material, uso, garantía entre otros datos que definen los costos finales del proyecto de una instalación eléctrica comercial.

Especificación técnica

Equipo: Sistema de Energía Interrumpida (UPS)

Modelo: 3 kVA a 18 kVA.

Tecnología: Multiconversión de alta frecuencia y sin transformador acomoda las combinaciones mundiales de voltaje y frecuencia.

No.	Especificación	Descripción	Comentario	Cumple
1	Capacidad	6 kVA	El UPS esta disponible en la siguiente capacidad 6 kVA/4.2 kVA	Sí
2	Tecnología	En línea (Trae On-Line) Doble conversión, electrónico controlado por microprocesadores	De conversión múltiple de alta frecuencia confiable en línea que es escalable para las aplicaciones IT de rango medio	Sí
3	Topología	IGBT/PWM	En rectificador: IGBT/Corrección de factor de potencia, acepta energía desde dos fuentes de entrada separadas.	No
4	Voltaje de entrada	220 VCA, 3 fases más neutro, más tierra	220 VCA 3 fases, 4 hilos + tierra. Rango de entrada 176-276 VCA.	Sí
5	Frecuencia de entrada	60 Hz.	50/60 Hz	Sí
6	Voltaje de salida	220/127 VCA, 3 fases, neutro, y tierra.	220/127 VCA, 3 fases, 4 hilos + tierra. ± 3% del nominal.	Sí
7	Frecuencia de salida	50/60 Hz	50/60 Hz ± 3 Hz.	Sí
8	Regulación de voltaje	Estática ±1%	±3% del nominal	No
9	Forma de onda	Onda senoidal	Senoidal pura 100%.	Sí
10	Distorsión armónica total (THD)	2% con cargas balanceadas, 5% con cargas desbalanceadas.	Distorsión armónica de salida: máxima 3% (cargas lineales).	No
11	Tiempo de respaldo al 100% de carga	7 minutos, con opción de incremento de tiempo con banco de baterías adicionales.	8 a 10 minutos.	Aceptable
12	Temperatura de operación	0° a 40 ° C	0° a 40 ° C, 32 a 104°F (desconectar 1°C por cada 300m por encima de 1525m)	Sí
13	Nivel de ruido audible	Igual o menor a 65 decibeles a un metro de distancia.	► 50 dBA a una distancia de 1 metro.	Sí
14	Puerto	RS-232 ó RS485 con opción a adaptador SNMP dentro del equipo.	Puerto serial RS-232 (DB-9) más cierres de contacto, capacidad SNMP y cierre de contacto.	Sí
15	Transformador de aislamiento.	De entrada	El transformador de aislamiento es opcional, de ser necesario solo se cotiza por separado.	Sí
16	Interruptores	De entrada. En gabinete de baterías. De bypass de mantenimiento dentro del equipo.	Los interruptores de entrada para cualquiera de las situaciones descritas forman parte de la instalación eléctrica del equipo, los cuales no son proporcionados por el fabricante del equipo.	No
17	Pantalla	Panel de señalización mínimo dentro del equipo, con display de cristal liquido para mediciones de parámetros del UPS.	4x20 caracteres programables resaltados en pantalla de cristal liquido, varios idiomas (Ingles, Francés, Español, Alemán).	Sí
18	Dimensiones	Dimensiones incluyendo banco de baterías	Gabinete de 6 ranuras: Ancho: 432 mm. Alto: 800 mm. Profundidad: 645 mm.	Sí
19	Tiempo de entrega	1 semana	Inmediato	Sí
20	Certificados	NOM, UL, ISO 9001	UL, CSA (cUL), TUV Cumple con ISO 900Y	Aceptable.

**FORMATO PARA ORDENAR TABLERO TIPO SUBESTACION
MODELO S-2.**

SUBESTACION S2 (CARACTERISTICAS GENERALES)

1) Datos generales

a) Altitud de operación _____ m.s.n.m
b) Temp. máx. _____ °C
c) Temp. mín. _____ °C
d) Humedad relativa _____ %
e) Tensión de operación _____
f) _____ fases _____ hilos
g) BIL _____ kV
h) Capacidad interruptiva _____ MVA o KA (ambiente)

2) Tipo de construcción del gabinete, tratamiento y color

Gabinete

NEMA 1 (Interior)
NEMA 1A (Interior semi-prueba al polvo)
NEMA 12 (Interior a prueba de polvo y goteo)
NEMA 3R (Intemperie a prueba de lluvia)

Tratamiento

Estándar (Desengrasado, fosfatizado y pintura epóxica)
Tropicalizado (Estándar + barniz fungicida y resis. calef. ver secc. 6)

Color

Gris ANSI 49 (estándar)
Gris ANSI 61
Verde PEMEX
Otro Proporcionar muestra No.

3) Barras principales y derivadas:

a) Material

Cobre Aluminio

b) Capacidad de conducción con una temp. máx. de 65°C, sobre 40°C ó 1 600 A/plg² (estándar)

400 A (estándar)
600 A (estándar)
Otra Indicar _____

c) Capacidad de conducción en barras con una densidad de 800 A/plg² (especial)

400 A
600 A
Otra Indicar _____

4) Capacidad para barra de tierra

0,25% de barras principales (estándar) Otro indicar

5) Acoplamiento a:

Transformador

Dimensiones anexadas a orden de compra o pedido del cliente si no

* En caso de negativa, para el caso de acopl. a transf., indicar fecha de recepción de las mismas _____

Tablero existente

Para este caso es indispensable esta información para procesar la orden y deberá consultarse con depto. de Ingría. de aplic.

Tablero de la misma marca Mismo tipo
Otro tipo consultar con el depto de Ingría. de Aplicación

6) Resistencias calefactoras

(suministro estándar en gabinete NEMA 3R)

si Indicar tensión de alimentación (por cliente) 120 V~(ca) (estándar) 220 V~(ca) (estándar)

no Otra indicar (especial)

7) Sentido de la subestación:

Esta información es indispensable, deberá de proporcionar arreglo(s) requerido(s), anexar a este formato.

8) Bloqueo(s) mecánico(s)

si no

Indicar características del mismo: _____

SUBESTACION S2 (PARTICULARES S.E. ESTANDAR)

9) Características eléctricas del equipo:

Interruptor con medio de extinción en aire y fusibles 400 A (estándar) 600 A (estándar)

Bobina de disparo si Indicar tensión de alimentación (por cliente) no
120 V~(ca) Otra
125 V_(cd) _____ V

Algún otro accesorio indicar:

Cuchilla de paso, operación sin carga 400 A 600 A

10) La selección de fusibles se realiza en base a cargas definidas: si no

11) Conductores para acometida y salida (solo para secciones con int. en aire):

Acometida:

Inferior (estandar) NEMA 1, 1A, 12, 3R Conductores/fase ___ / ___ calibre: ___
Superior NEMA 1, 1A, 12 Conductores/fase ___ / ___ calibre: ___

Salida:

Inferior (estandar) NEMA 1, 1A, 12, 3R Conductores/fase ___ / ___ calibre: ___
Superior NEMA 1, 1A, 12 Conductores/fase ___ / ___ calibre: ___

* En caso de acometida y/o salida de conductores por la parte superior en gabinete NEMA 3R, deberá de verificarse con Ingeniería de Aplicación

* En el caso de salida de carga por la parte superior (NEMA 1, 1A, 12), solo es aplicable hasta tensiones de 15 kV máx.

12) Equipo de protección y/o medición

Protecciones: 50 50/51N 50/51G 27 49

Otra Indicar _____
Medición A V Tipo _____
Otra Indicar _____

Indicar tensión de alimentación para el equipo de protección y/o medición (proporcionada por el cliente)

120 V-(ca) 125 V_(cd) Otra: _____ V_

13) Transformadores de corriente

si no

* En caso afirmativo indicar la relación de transformación y/o proporcionar diagrama unifilar actualizado

14) Transformador de falla a tierra

si no

15) Transformadores de potencial

Suministro de dos transformadores conectados en delta abierta

Relación 2 400:120 V 4 200:120 V 4 160:120 V 13 800:120 V
14 400:120 V 24 000:120 V 34 500:120 V

SUBSTACION S2 CON INTERRUPTOR (ES) EN SF6

16) Interruptor tipo SF1 (con medio de extinción en hexafluoruro de azufre (SF6)) marca Melin Gerin:

Indicar tensión de alimentación para el interruptor en caso de ser 125 V_(cd) (recomendable) Otra
de
Operación eléctrica (suministrado por el cliente) 120 V~(ca) _____ V
Características eléctricas 400 A 600 A Otro _____
Capacidad Interruptiva _____ kA

17) Conductores para acometida y salida (solo para secciones con int. SF1):

Acometida:

Inferior (estándar) NEMA 1, 1A, 12, 3R conductores/fase / calibre: _____
Superior (especial debiera consultarse con el depto. de ingeniería de Aplicación)

Salida:

Inferior (estándar) NEMA 1, 1A, 12, 3R conductores/fase / calibre: _____
Superior (especial debiera consultarse con el depto. de ingeniería de Aplicación)

18) Equipo de protección y/o medición

Protecciones: 50/51 50/51N 50/51G 27 49 Otra Indicar: _____
Tipo _____

Medición A V Tipo Otra Indicar: _____

Indicar tensión de alimentación para el equipo de protección y/o medición (proporcionado por el cliente) 120 V~(ca) Otra
125 V_(cd) _____ V

19) Transformadores de corriente

si No

* En caso afirmativo indicar la relación de transformación y/o proporcionar diagrama unifilar actualizado

20) Transformador de falla a tierra

si no

21) Transformadores de potencia

Suministro de dos transformadores conectados en delta abierta

Relación 2 400:120 V 4 200:120 V 4 160:120 V 13 800:120 V
14 400:120 V 24 000:120 V 34 500:120 V

22) Información proporcionada por el cliente, indicar:

Conclusiones

El concepto del edificio corporativo Torre Siglum, surge de una posición estética y de la interrelación entre un sitio y un lugar, entre las necesidades del propietario, cliente y usuario. Así es como los avances tecnológicos en equipos y conceptos de diseño, operación y mantenimiento de grandes edificios surgen para dar solución a las necesidades de la sociedad, hechos que solicitan requerimientos técnicos para su desarrollo, dictados en reglamentos y normas escritos por la Secretaría de Energía, organismos especializados y colegiados para tal efecto; la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones Eléctricas (utilización), es elemento principal en el diseño y desarrollo de la instalación eléctrica que requiere la Torre Siglum; la cual marca las condiciones mínimas necesarias que debe cumplir todo proyecto, de esta manera pensamos que, de esta manera pensamos que en la actualidad la búsqueda de flexibilidad en productos y servicios para edificios corporativos, aprovechamiento de recursos, así como el análisis del contexto urbano; da como resultado la creación de obras que se insertan con facilidad en la metrópoli.

Cuando se realiza cualquier tipo de obra constructiva, ya sea civil, hidrosanitaria, aire acondicionado mecánica o eléctrica o todas en su conjunto; se puede decir que pertenecen a áreas profesionales totalmente diferentes, pero todas ellas poseen un punto en común; *la realización de un proyecto*. El Diseño y desarrollo de un proyecto es la base principal de toda obra, porque es el punto donde se encuentran plasmadas, todas las ideas y conocimientos tanto de arquitectos, ingenieros, propietarios y usuarios, entre otros; esta gran cantidad de información aportada por cada uno de ellos es la que se encarga de ir dando forma a un proyecto.

Muchas veces las ideas llegan a varias soluciones de un problema, pero de todas las soluciones aportadas, ¿cuál sería la correcta o quien podría avalar que nuestra solución es acertada?, este es el vértice donde radica la gran importancia de las normas, así es posible generalizar los criterios que deben ser tomados en cuenta para la realización de cualquier proyecto. En el caso de las instalaciones eléctricas, anteriormente no se tenía un documento que estandarizara los conceptos utilizados en instalaciones eléctricas, por lo que muchos ingenieros y proyectistas tendían a auxiliarse de normas o tablas de especificaciones hechas por compañías o asociaciones extranjeras, las cuales en ocasiones no son aplicables en nuestro país debido, a varios motivos, como los son los diferentes tipos de configuraciones de nuestros sistemas de distribución de energía, o simplemente debido a la calidad de materiales de fabricación de los elementos a utilizar en las obras.

En la presente tesis se puso en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica; los cuales fueron reforzados por nuevas investigaciones bibliográficas y de campo.

Para la elaboración de los capítulos; con información como: estudios preliminares para la planeación, diseño de red principal de alimentación, sistemas de emergencia, sistemas de distribución en media y baja tensión, la memoria de cálculo, sistemas de iluminación, canalización de conductores, catálogos de conceptos y planos; se consideró el diseño, selección de materiales y equipo de operación en la correcta interpretación de la norma vigente NOM-001-SEDE-1999, también en los requerimientos de la compañía suministradora LFC y por el propietario.

La presentación desde el primer capítulo hasta el último busca ofrecer una panorámica inteligente, útil desde el punto de vista de interpretación a la norma NOM-001-SEDE-1999 para el ingeniero que no tenga relación con proyectos eléctricos, y ampliar temas que no cubren por completo durante los semestres de estudio el criterio y capacidad de decisión que el futuro ingeniero debe tener.

Anexo 1

A) Catálogo de Conceptos

Es el conjunto de operaciones para fines de medición, pago de materiales y mano de obra; de acuerdo con las especificaciones integran cada una de las partes de una obra, dichas especificaciones son los sistemas constructivos o forma de ejecutar un trabajo y materiales a emplear en la realización de un trabajo determinado, la presentación es en forma de memoria descriptiva, la información de un catálogo de conceptos está contenida en un formato como el siguiente:

Descripción:

Se describe en detalle el suministro, instalación, conexión, pruebas y puesta en servicio de accesorios para la instalación Eléctrica, tales como tuberías, codos, cajas, etc. de primera calidad. Incluye el cargo directo por el costo de los elementos, fletes acarreo hasta el sitio de su utilización, maniobras de carga, colocación, fijación, acoplamiento, conexión, depreciación, limpieza y retiro de sobrantes al banco de la obra, material misceláneo, trazo, cortes, etc., y además derivados por el uso de equipo, herramienta, equipo de seguridad, instalaciones específicas y las pertinentes del concepto precio unitario por unidad de obra terminada, según su cuantificación, indicaciones de proyecto, especificaciones complementarias y norma vigente manuales de operación y mantenimiento de los accesorios.

1. Obra:		4. Concurso:		
2. Ubicación:		5. Fecha:		
3. Cliente:				
6. N°	7. Descripción	8. Unidad	9. Marca	10. Clave

Ejemplo del formato para realizar un catálogo de conceptos

Obra: Torre "Siglum" Edificio de oficinas		Concurso N°		
Ubicación: Avenida Insurgentes Sur Numero 1898 México D.F.		Fecha: Marzo del 2000		
Cliente: Grupo Inmobiliario "SARE"				
N°	Descripción	Unidad	Marca	Clave
1	Suministro, instalación, conexión, pruebas y puesta en servicio de Tubo conduit pared gruesa galvanizada en tramo de 3.0 m con cople de 16 mm de diámetro.	m	Peasa	2600001.1
2	Suministro, instalación, conexión, pruebas y puesta en servicio de Tubo conduit pared gruesa galvanizada en tramo de 3.0 m con cople de 21 mm de diámetro.	m	Peasa	2600001.2
3	Suministro, instalación, conexión, pruebas y puesta en servicio de Tubo conduit pared gruesa galvanizada en tramo de 3.0 m con cople de 21 mm de diámetro.	m	Peasa	2600001.3
8	Suministro, instalación, conexión, pruebas y puesta en servicio de codo conduit de 90° pared gruesa galvanizada de 27 mm de diámetro.	Pza	Peasa	2600002.1
16	Suministro, instalación, conexión, pruebas y puesta en servicio de contratuerca y monitor para tubo conduit pared gruesa galvanizada de 16 mm de diámetro.	jgo	Peasa	2600005.1
39	Cable de cobre con aislamiento TWH-LS antillamas para 70°C, 600V, del calibre N° 12 AWG.	m	Condumex	26000012.1

B) Precios Unitarios

Es el importe de la remuneración por unidad de obra en cada una de las especificaciones del catálogo de conceptos. Se define como la suma de los costos directos más los costos indirectos de un concepto de trabajo, incluyendo la utilidad del constructor. Los costos directos es la suma de los costos parciales de la mano de obra, suministro de materiales y la maquinaria de instalación.

Los costos indirectos son todos los gastos generales que por su naturaleza intrínseca, son de aplicación a todos y cada una de los elementos del catálogo de conceptos. Los indirectos de cada obra de instalación eléctrica son perfectamente previsibles y se pueden analizar y estimar previamente por lo menos dentro del mismo orden de aproximación de los costos directos. Al no ser posible una determinación concreta en tiempo, cantidades o importes de trabajo, los cargos indirectos se expresan como un porcentaje del costo directo de cada concepto; los costos indirectos son: La supervisión, los seguros y fianzas, financiamiento, los impuestos, imprevistos, administración y gastos generales de la obra.

La utilidad del contratista es la percepción a que tiene derecho por los trabajos ejecutados y riesgo de la inversión, generalmente es entre un 10% y un 15%. Los precios unitarios son fijados por la compañía constructora y tienen el objetivo de dar a conocer el precio unitario en moneda nacional, de los enunciados del catálogo de conceptos, en unidades de metros lineales, piezas o juegos de todo el material o equipo utilizado en la instalación.

La información esta contenida en el siguiente formato:

Enunciado del concepto:

Se describe la instalación individual del material o equipo eléctrico de acuerdo al catálogo de concepto.

1. Obra:					4. Concurso		
2. Ubicación					5. Fecha		
3. Cliente							
6. Clave	7. Enunciado del concepto	8. Uda	9. Cant	10. N°	11. Precio Unitario con letra	12. Total	

Ejemplo del formato para la realización de precios unitarios

Obra: Torre "Siglum" Edificio de oficinas					Concurso N°		
Ubicación: Avenida Insurgentes Sur Numero 1898 México D.F.					Fecha: marzo del 2001		
Cliente: Grupo Inmobiliario SARE							
Clave	Enunciado del concepto	Uda	Cant	N°	Precio Unitario con letra	Total	
2600001	Tubería Conduit parad gruesa galvanizada en tramo de 3.0 m con cople de:						
2600001.1	a.- 16 mm de diámetro	m	2000	25	Veinticinco pesos M.N	50 000.00	
2600001.2	b.-21 mm de diámetro	m	800	28	Veintiocho pesos M.N	22 400.00	
2600001.3	c.-27 mm de diámetro	m	450	30	Treinta pesos M.N.	13 500.00	

Tabla 310 - 13. Conductores - Aislamientos y usos

Nombre genérico	Tipo	Temp. máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Tamaño nominal		Espesor nominal de aislamiento mm		Cubierta exterior
					mm²	AWG-kcmil			
Etileno Propileno Fluorado	FEP	90	Lugares secos o húmedos	Etileno Propileno Fluorado	2,082 -5,260 8,367-33,620	(14 - 10) (8 - 2)	0,51 0,76		Ninguna
	FEPB	200	Lugares secos Aplicaciones especiales	Etileno Propileno Fluorado	2,082-8,367	(14 - 8)	0,36		Malla de fibra de vidrio
					13,300-33,620	(6 - 2)	0,36		Malla de material adecuado
Termoplástico resistente a la humedad, al calor, al aceite y a la propagación de la flama	MTW	60	Alambrado de máquinas herramienta en lugares mojados (véase Art. 670)	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, al aceite y a la propagación de la flama	0,32 - 3,307	(22 -12)	(A) (B) 0,76 0,38		(A) Ninguna (B) Cubierta de nylon o equivalente
		90	Alambrado de máquinas herramienta en lugares secos (véase el Artículo 670)		5,26 8,367 13,30 21,15 - 33,62 42,41 -107,2 126,7 -253,4 304,0 -506,7	(10) (8) (6) (4 -2) (1 - 4/0) (250 -500) (600 -1000)	0,76 0,51 1,14 0,76 1,52 0,76 1,52 1,02 2,03 1,27 2,41 1,52 2,79 1,78		
Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor	RHH	90	Lugares secos o húmedos	Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor y a la flama	2,082 -5,26 8,367 -33,62 42,41 -107,2 126,7 -253,4 304,0 -506,7 633,3-1013,6	(14 -10) (8 -2) (1 - 4/0) (250 -500) (600 -1000) (1250 -2000)	1,14 1,52 2,03 2,41 2,79 3,18		Cubierta no metálica resistente a la humedad y a la propagación de la flama
Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor	RHW	75	Lugares secos o mojados	Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor, a la humedad y a la flama	2,082 -5,26 8,367 -33,62 42,41 -107,2 126,7 -253,4 304,0 -506,7 633,3-1013,6	(14 -10) (8 -2) (1 - 4/0) (250 -500) (600 -1000) (1250 -2000)	1,14 1,52 2,03 2,41 2,79 3,18		Cubierta no metálica resistente a la humedad y a la propagación de la flama
Silicón - FV	SF	150	Lugares secos y húmedos En aplicaciones donde existan condiciones de alta temperatura	Hule Silicón	0,8235 - 3,307	18 -12	0,762		Malla de fibra de vidrio o material equivalente
		200			8,367 -33,62 42,41 -107,2	8 -2 1 - 4/0	1,524 2,032		
Polímero sintético resistente al calor	SIS	90	Alambrado de tableros de distribución	Polímero sintético de cadena cruzada resistente al calor	2,082 -5,260 8,367	14 -10 8	0,76 1,14		Ninguna
Termoplástico para tableros.	TT	75	Alambrado de tableros de distribución	Termoplástico resistente a la humedad.	0,5191 - 3,307	20 -12	0,76		Ninguna

				calor, a la propagación de incendio y de emisión reducida de humos y gas ácido				
Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio	TW	60	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio	2,082-5,260 13,30 -33,62 8,367	14 -10 8 6-2	0,76 1,14 1,52	Ninguna
Cable plano termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio.	TWD	60	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio	0,519 -1,307 2,082 -5,260	20 -16 14 -10	0,64 0,9	Ninguna
Nombre genérico	Tipo	Temp. máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Tamaño nominal		Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio	THW	75 90	Lugares secos y mojados Aplicaciones especiales dentro de equipo de alumbrado por descarga eléctrica. Restringido a 1000 V o menos en circuito abierto y a tamaños nominales de 2,082 a 8,367 mm ² (14-8 AWG)	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio	2,082 -5,26 8,367 13,30 -33,62 42,41 -107,2 126,7 -253,4 304,0 -506,7	14 -10 8 6-2 1 - 4/0 250-00 600 -1000	0,76 1,14 1,52 2,03 2,41 2,79	Ninguna

Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido	THW -LS	75	Lugares secos y mojados. Aplicaciones especiales dentro de equipo de alumbrado por descarga eléctrica. Restringido a 1000V o menos en circuito y áreas de las secciones transversales de 2082 a 8367 mm ² (14-08)	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido.	2,082-5,260	(14 -10)	0,76	Ninguna	
					8,367	(8)	1,14		
					13,30-33,62	(6 -2)	1,52		
					42,41-107,2	(1 - 4/0)	2,03		
					126,7-253,4	(250 -500)	2,41		
	THH W	75	90	Lugares secos y mojados. Lugares secos	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios.	304,0-506,7	(600 -1000)		2,79
						2,082-5,260	(14 -10)		0,76
						8,367	(8)		1,14
						13,30 -33,62	(6 -2)		1,52
						42,41-107,2	(1 - 4/0)		2,03
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido	THH W-LS	75	Lugares mojados.	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido	2,082 -5,260	(14 -10)	0,76	Ninguna	
					8,367	(8)	1,14		
					13,30 -33,62	(6 -2)	1,52		
					42,41 -107,2	(1 - 4/0)	2,03		
					126,7 -253,4	(250 -500)	2,41		
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	THW N	75	Lugares secos y mojados	Termoplástico con cubierta de nylon, resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	304,0 -506,7	(600 -1000)	2,79	Cubierta de nylon o equivalente	
					5,26	(10)	0,51		
					8,367 -13,30	(8 -6)	0,76		
					21,15 -33,62	(4 -2)	1,02		
					42,41 -107,2	(1 - 4/0)	1,27		
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la	THHN	90	Lugares secos	Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la propagación de la flama.	2,082 -3,307	(14 -12)	0,38	Cubierta de nylon o equivalente	
					5,26	(10)	0,51		
					8,367 -13,30	(8 -6)	0,76		
					21,15 -33,62	(4 -2)	1,02		

propagación de la flama					42,41 -107,2 126,7 -253,4 304,0 -506,7	(1 - 4/0) (250 -500) (600-1000)	1,27 1,52 1,78	
Nombre genérico	Tipo	Temp. máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Tamaño nominal		Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
Cable plano para acometida aérea y sistemas fotovoltaicos	TWD - UV	60	Lugares secos y mojados. Entrada de acometida aérea. Véase el Artículo 338. Sistemas fotovoltaicos. Véase el Artículo 690.	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio.	3,307 -8,367	(12 - 8)	1,14	Ninguna
Cable monoconductor para acometida subterránea	BTC DRS	90 90	Lugares secos y mojados Acometida subterránea. Véase el Artículo 338 Lugares secos y mojados Entrada de acometida subterránea. Véase Art. 338.	Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	15 - 35 21,15 -33,62	(4 -2)	1,60 1,58	Ninguna Ninguna
Cable para acometida aérea	CCE	60	Lugares secos y mojados. Entrada de acometida aérea. Véase el Artículo 338	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	3,307 -5,26 13,3 -21,15		1,2 1,6	Termoplástico resistente a la humedad y a la intemperie
Cable para acometida aérea	MB - AL	75	Lugares secos y mojados. Entrada de acometida aérea. Véase Art. 338	Termoplástico resistente a la humedad y a la intemperie	13,3 - 33,62	(6 - 2)	1,14	Ninguna
Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la	XHH - W	90	Lugares secos o mojados	Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad, al calor y a la propagación de	2,082 -5,260 8,367 -33,62 42,41 -107,2 126,7 -253,4	(14 -10) (8 -2) (1 - 4/0) (250 -500)	0,76 1,14 1,4 1,65	Ninguna

humedad y al calor		75	Lugares mojados	la flama.	304,0 -506,7	(600-1000)	2,03	
Polimero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad y al calor	XHH W-2	90	Lugares secos y mojados	Polimero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	2,082 -5,260	(14 -10)	0,76	Ninguna
				8,367 -33,62	(8 -2)	1,14		
				42,41 -107,2	(1 - 4/0)	1,4		
				126,7 -253,4	(250 -500)	1,65		
				304,0 -506,7	(600-1000)	2,03		

Tabla 310-16. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores activos en una canalización, cable o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño nominal	Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)						Tamaño nominal
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
mm ²	TIPOS TW* TWD* CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW- LS, THWN*, XHHW*, TT	TIPOS RHH*, RHW- 2, THHN*, THHW*, THHW-LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2,	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*, BM- AL	TIPOS RHW-2, XHHW, XHHW-2, DRS	AWG kcmil
	Cobre			Aluminio			
0,8235	—	—	14	—	—	—	18
1,307	—	—	18	—	—	—	16
2,082	20*	20*	25*	—	—	—	14
3,307	25*	25*	30*	—	—	—	12
5,26	30	35*	40*	—	—	—	10
8,367	40	50	55	—	—	—	8
13,3	55	65	75	40	50	60	6
21,15	70	85	95	55	65	75	4
26,67	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,41	110	130	150	85	100	115	1
53,48	125	150	170	100	120	135	1/0
67,43	145	175	195	115	135	150	2/0
85,01	165	200	225	130	155	175	3/0
107,2	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,03	400	475	535	320	385	435	750
405,37	410	490	555	330	395	450	800
456,04	435	520	585	355	425	480	900
506,71	455	545	615	375	445	500	1000
633,39	495	590	665	405	485	545	1250
760,07	520	625	705	435	520	585	1500
886,74	545	650	735	455	545	615	1750
1013,42	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	56-60
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	61-70
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	71-80

Tabla 310-17. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados individualmente de 0 a 2000 V nominales, al aire para una temperatura del aire ambiente de 30 °C

Tamaño nominal	Temperatura nominal del conductor (ver tabla 310-13)						Tamaño nominal
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
mm ²	TIPOS TW*	TIPOS RHW*, THHW*, THW, THW-LS THWN*, XHHW*	TIPOS RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THW-LS THWN-2*, XHHW*, XHHW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW*, XHHW*	TIPOS RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2	AWG kcmil
	Cobre			Aluminio			
0,8235	....	—	18	....	....	....	18
1,307	....	—	24	....	....	....	16
2,082	25*	30*	35*	....	....	....	14
3,307	30*	35*	40*	....	....	....	12
5,26	40	50*	55*	....	....	....	10
8,367	60	70	80	....	....	....	8
13,3	80	95	105	60	75	80	6
21,15	105	125	140	80	100	110	4
26,67	120	145	165	95	115	130	3
33,62	140	170	190	110	135	150	2
42,41	165	195	220	130	155	175	1
53,48	195	230	260	150	180	205	1/0
67,43	225	265	300	175	210	235	2/0
85,01	260	310	350	200	240	275	3/0
107,2	300	360	405	235	280	315	4/0
126,67	340	405	455	265	315	355	250
152,01	375	445	505	290	350	395	300
177,34	420	505	570	330	395	445	350
202,68	455	545	615	355	425	480	400
253,35	515	620	700	405	485	545	500
304,02	575	690	780	455	540	615	600
354,69	630	755	855	500	595	675	700
380,03	655	785	855	515	620	700	750
405,37	680	812	920	535	645	725	800
456,04	730	870	985	580	700	785	900
506,71	780	935	1055	625	750	845	1000
633,39	890	1065	1200	710	855	960	1250
760,07	980	1175	1325	795	950	1075	1500
886,74	1070	1280	1445	875	1050	1185	1750
1013,42	1155	1385	1560	960	1150	1335	2000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes.						Temperatura ambiente en °C
21-25	1,08	21-25	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	31-35	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	36-40	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	41-45	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	46-50	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	51-55	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	....	56-60	0,71	....	0,58	0,71	56-60
61-70	....	61-70	0,58	....	0,33	0,58	61-70
71-80	....	71-80	0,41	....	....	0,41	71-80

Tabla 310-18. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres conductores aislados individuales de 0 a 2000 V, de 150 °C a 250 °C en canalizaciones o cables, para una temperatura ambiente de 40 °C.

Tamaño nominal	Temperatura nominal del conductor. Véase tabla 310-13				Tamaño nominal
	150 °C	200 °C	250 °C	150 °C	
mm ²	TIPOS	TIPOS	TIPO	TIPO	AWG Kcmil
	FEP, FEPB, SF	FEP, FEPB, SF	PFAH, TFE	Z	
	Cobre		Níquel o níquel recubierto de cobre	Aluminio	
2,082	34	36	39	---	14
3,307	43	45	54	---	12
5,26	55	60	73	---	10
8,367	76	83	93	---	8
13,3	96	110	117	75	6
21,15	120	125	148	94	4
26,67	143	152	166	109	3
33,62	160	171	191	124	2
42,41	186	197	215	145	1
53,48	215	229	244	169	1/0
67,43	251	260	273	198	2/0
85,01	288	297	308	227	3/0
107,2	332	346	361	260	4/0
126,67	---	---	---	---	250
152,01	---	---	---	---	300
177,34	---	---	---	---	350
202,68	---	---	---	---	400
253,35	---	---	---	---	500
304,02	---	---	---	---	600
354,69	---	---	---	---	700
380,03	---	---	---	---	750
405,37	---	---	---	---	800
506,71	---	---	---	---	1000
760,07	---	---	---	---	1500
1013,42	---	---	---	---	2000
FACTORES DE CORRECCIÓN					
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes.				Temperatura ambiente en °C
41-50	0,95	41-50	0,98	0,95	41-50
51-60	0,90	51-60	0,95	0,90	51-60
61-70	0,85	61-70	0,93	0,85	61-70
71-80	0,80	71-80	0,90	0,80	71-80
81-90	0,74	81-90	0,87	0,74	81-90
91-100	0,67	91-100	0,85	0,67	91-100
101-120	0,52	101-120	0,79	0,52	101-120
121-140	0,30	121-140	0,72	0,30	121-140
141-160	---	141-160	0,65	---	141-160
161-180	---	161-180	0,58	---	161-180
181-200	---	181-200	0,49	---	181-200
201-225	---	201-225	0,35	---	201-225

Tabla 310-19. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados individualmente de 0 a 2000 V, de 150 °C a 250 °C al aire libre, para una temperatura ambiente del aire de 40 °C

Tamaño nominal	Temperatura nominal del conductor. Véase tabla 310-13					Tamaño nominal
mm ²	150 °C	200 °C	Conductores desnudos o cubiertos	250 °C	150 °C	AWG Kcmil
	TIPO Z	TIPOS FEP, FEPB, SF		TIPOS PFAH, TFE	TIPO Z	
	Cobre			Níquel o de cobre recubierto de níquel	Aluminio	
2,082	46	54	30	59	—	14
3,307	60	68	35	78	—	12
5,26	80	90	50	107	—	10
8,367	106	124	70	142	—	8
13,3	155	165	95	205	112	6
21,15	190	220	125	278	148	4
26,67	214	252	150	327	170	3
33,62	255	293	175	381	198	2
42,41	293	344	200	440	228	1
53,48	339	399	235	532	263	1/0
67,43	390	467	275	591	305	2/0
85,01	451	546	320	708	351	3/0
107,2	529	629	370	830	411	4/0
126,67	—	—	415	—	—	250
152,01	—	—	460	—	—	300
177,34	—	—	520	—	—	350
202,68	—	—	560	—	—	400
253,35	—	—	635	—	—	500
304,02	—	—	710	—	—	600
354,69	—	—	780	—	—	700
380,03	—	—	805	—	—	750
405,37	—	—	835	—	—	800
	—	—	865	—	—	900
506,71	—	—	895	—	—	1000
760,07	—	—	1205	—	—	1500
1013,42	—	—	1420	—	—	2000
FACTORES DE CORRECCIÓN						
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplicar las anteriores capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes					Temperatura ambiente en °C
41-50	0,95	0,97	—	0,98	0,95	41-50
51-60	0,90	0,94	—	0,95	0,90	51-60
61-70	0,85	0,90	—	0,93	0,85	61-70
71-80	0,80	0,87	—	0,90	0,80	71-80
81-90	0,74	0,83	—	0,87	0,74	81-90
91-100	0,67	0,79	—	0,85	0,67	91-100
101-120	0,52	0,71	—	0,79	0,52	101-120
121-140	0,30	0,61	—	0,72	0,30	121-140
141-160	—	0,50	—	0,65	—	141-160
161-180	—	0,35	—	0,58	—	161-180
181-200	—	—	—	0,49	—	181-200
201-225	—	—	—	0,35	—	201-225

Anexo 2

Sistema normal en planta baja Tablero tipo NQOD, con interruptor principal de 3P 100 [A]

Cto.	ITM	Carga	2X32	290 [W]	1000[W]	180	Fases			W Total	Inom	Long.	Cal.	%e
							A	B	C					
A-1	2P-15	Alumb.		9			1305	1305		2610	6.59	35	12	2.20
A-2	2P-15	Alumb.		9				1305	1305	2610	6.59	30	12	1.88
A-3	2P-15	Alumb.		9			1305	1305		2610	6.59	28	12	1.76
A-4	2P-15	Alumb.		8			1160		1160	2320	5.86	25	12	1.39
A-5	1P-15	Alumb.	12				768			768	6.72	23	12	1.47
A-6	1P-15	Alumb.	14						1024	1024	8.96	26	12	2.22
A-7	1P-15	Alumb.			1			1000		1000	8.75	35	10	1.83
C-1	1P-15	Recept.				5		900		900	7.87	27	12	2.02
C-2	1P-15	Recept.				6	1080			1080	9.45	22	12	1.98
C-3	1P-30	Recept.				12			2160	2160	18.90	18	12	2.04
	3P-70		26	35	1	23	5618	5815	5649	17082	49.81			
						% Desb.	3.39							

Sistema normal en pisos 4-19 Tablero tipo NQOD, con interruptor principal de 3P 500 [A]

Cto.	ITM	Descripción	2X32 [W]	180 [W]	8100[W]	FASE			W Total	Inom	Long	Cal.	%e	
						A	B	C						
A-1	1P-15	Alumb.	16			1024			1024	8.96	25	12	2.13	
A-2	1P-15	Alumb.	19			1216			1216	10.64	18	12	1.82	
A-3	1P-15	Alumb.	14			896			896	7.84	15	12	1.12	
A-4	1P-15	Alumb.	15					960	960	8.40	27	12	2.16	
A-5	1P-15	Alumb.	20					1280	1280	11.20	25	12	2.67	
A-6	1P-15	Alumb.	17					1088	1088	9.52	26	12	2.36	
A-7	1P-15	Alumb.	10			640			640	5.60	18	12	0.96	
A-8	1P-15	Alumb.	19			1216			1216	10.64	28	12	2.84	
A-9	1P-15	Alumb.	19				1216		1216	10.64	22	12	2.23	
C1	1P-20	Recept.		10			1800		1800	15.75	14	12	2.10	
C2	1P-20	Recept.		9			1620		1620	14.17	18	12	2.43	
C3	1P-20	Recept.		8			1440		1440	12.60	17	12	2.04	
C4	1P-20	Recept.		10				1800	1800	15.75	18	12	2.70	
C5	1P-20	Recept.		11				1980	1980	17.32	27	10	2.80	
C6	1P-20	Recept.		8				1440	1440	12.60	13	12	1.56	
UPS	3P-50	UPS			1	2700	2700	2700	8100	40.91	8	6	1.96	
	3P-100		149	56	8100	9312	9136	9268	27716	80.82				
						% Desb.	1.89							

Sistema normal en pisos 4-19

Centro de Carga tipo QO, con zapatas principales de 125 [A]

Cto	ITM	Descripción	180 [W]	Fases			W Total	Inom	Long	Cal	%e
				A	B	C					
R1	1P-15	Receptáculo	7	1260			1260	11.02	17	12	1.78
R2	1P-15	Receptáculo	7	1260			1260	11.02	11	12	1.15
R3	1P-15	Receptáculo	7		1260		1260	11.02	30	12	3.15
R4	1P-15	Receptáculo	8		1260		1440	12.60	10	12	1.20
R5	1P-20	Receptáculo	8			1440	1440	12.60	18	12	2.16
R6	1P-15	Receptáculo	6			1080	1080	9.45	14	12	1.26
	2P-50		43	2520	2520	2520	6480	28.35			

Tablero CCM, 3P, 4H, 440(V)

No. Circuito.	ITM	Nombre del circuito	Descripción	Fases			CP.	Watts Instalados	Inom (A)	Longitud (M)	%e	Calibre AWG Fases Neutro.	Sección calibre y (mm ²)	Calibre AWG Tierra (
				A	B	C								
1	3P-15	V.E. 2	Extractor para sótano 1.	248.67	248.67	248.67	1	746	2.10	54	0.270	12	3.307	12
2	3P-15	V.E. 3	Extractor para sótano 1.	248.67	248.67	248.67	1	746	2.10	72	0.360	12	3.307	12
3	3P-15	V.E. 5	Extractor para sótano 2.	248.67	248.67	248.67	1	746	2.10	8	0.040	12	3.307	12
4	3P-15	V.E. 6	Extractor para sótano 2.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	57	0.217	12	3.307	12
5	3P-15	V.E. 7	Extractor para sótano 2.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	75	0.286	12	3.307	12
6	3P-15	V.E. 8	Extractor para sótano 2.	248.67	248.67	248.67	1	746	2.10	43	0.215	12	3.307	12
7	3P-15	V.E. 9	Extractor para sótano 3.	248.67	248.67	248.67	1	746	2.10	11	0.055	12	3.307	12
8	3P-15	V.E. 10	Extractor para sótano 3.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	60	0.229	12	3.307	12
9	3P-15	V.E. 11	Extractor para sótano 3.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	78	0.297	12	3.307	12
10	3P-15	V.E. 12	Extractor para sótano 3.	248.67	248.67	248.67	1	746	2.10	46	0.230	12	3.307	12
11	3P-15	V.E. 13	Extractor para sótano 4.	248.67	248.67	248.67	1	746	1.60	14	0.053	12	3.307	12
12	3P-15	V.E. 14	Extractor para sótano 4.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	63	0.240	12	3.307	12
13	3P-15	V.E. 15	Extractor para sótano 4.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	81	0.309	12	3.307	12
14	3P-15	V.E. 16	Extractor para sótano 4.	248.67	248.67	248.67	1	746	2.10	49	0.245	12	3.307	12
15	3P-15	V.E. 17	Extractor para sótano 5.	248.67	248.67	248.67	1	746	2.10	17	0.085	12	3.307	12
16	3P-15	V.E. 18	Extractor para sótano 5.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	66	0.251	12	3.307	12
17	3P-15	V.E. 19	Extractor para sótano 5.	248.67	248.67	248.67	1	746	2.10	84	0.420	12	3.307	12
18	3P-15	V.E. 20	Extractor para sótano 5.	248.67	248.67	248.67	1	746	2.10	52	0.260	12	3.307	12
19	3P-15	V.E. 21	Extractor para sótano 6.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	20	0.076	12	3.307	12
20	3P-15	V.E. 22	Extractor para sótano 6.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	69	0.263	12	3.307	12
21	3P-15	V.E. 23	Extractor para sótano 6.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	87	0.331	12	3.307	12
22	3P-15	V.E. 24	Extractor para sótano 6.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	55	0.210	12	3.307	12
23	3P-15	V.E. 25	Extractor para sótano 7.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	23	0.088	12	3.307	12
24	3P-15	V.E. 26	Extractor para sótano 7.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	72	0.274	12	3.307	12
25	3P-15	V.E. 27	Extractor para sótano 7.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	90	0.343	12	3.307	12
26	3P-15	V.E. 28	Extractor para sótano 7.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	58	0.221	12	3.307	12
27	3P-15	V.E. 29	Extractor para sótano 8.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	26	0.099	12	3.307	12
28	3P-15	V.E. 30	Extractor para sótano 8.	186.50	186.50	186.50	0.75	559.5	1.60	75	0.286	12	3.307	12
29	3P-15	V.E. 31	Extractor para sótano 8.	497.33	497.33	497.33	2	1492	3.40	90	0.728	12	3.307	12
30	3P-15	V.E. 32	Extractor para sótano 8.	373.00	373.00	373.00	1.5	1119	3.00	61	0.436	12	3.307	12
31	3P-15	V.E. 1	Extractor para sótano 9, Cuarto de Máquinas.	497.33	497.33	497.33	2	1492	3.40	98	0.793	12	3.307	12
Totales				7273.50	7273.50	7273.50		21820.5	59.60					

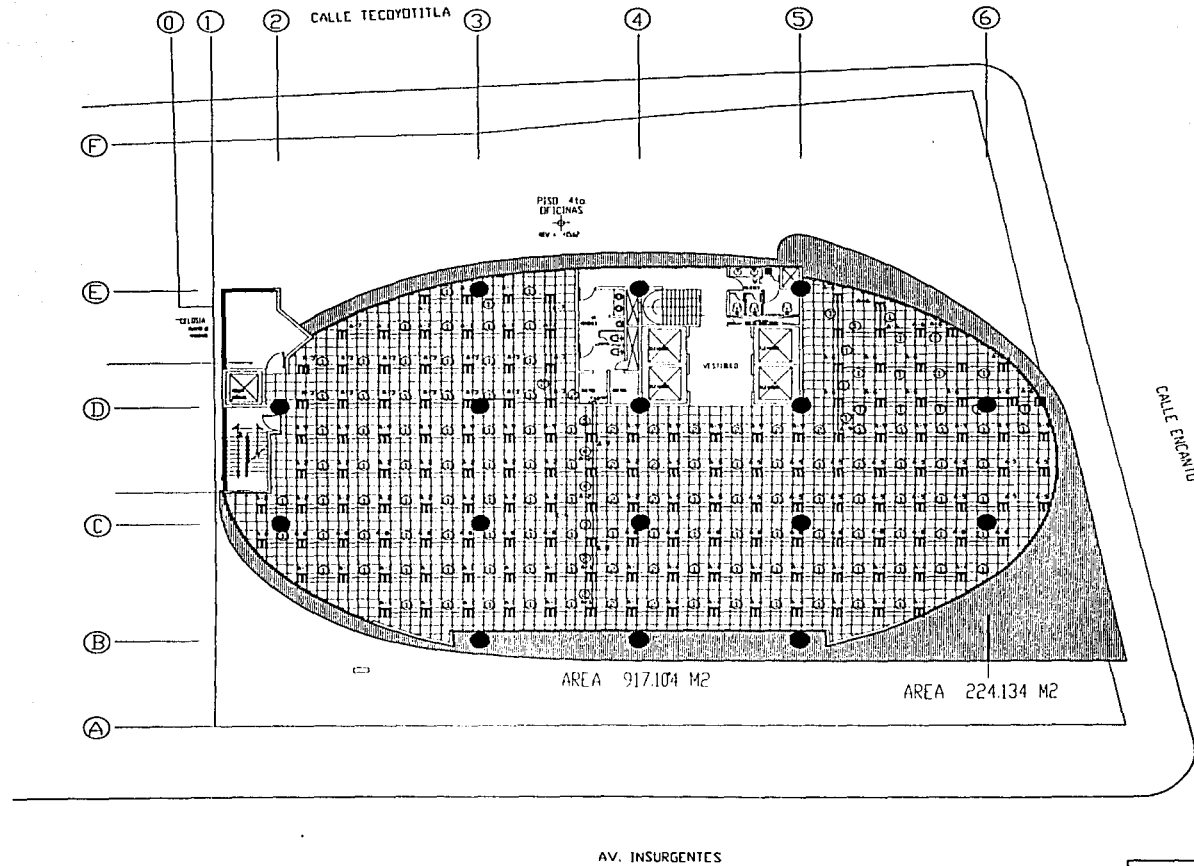
Tablero tipo I-line, 3F 4H 440 [V]

No. Circuito.	ITM 3 Fases.	Nombre del circuito	Descripción	Fases			C.P.	W por Equipo	Watts Instalados	Inom (A)	Longitud (M)	%e	Calibre AWG Fases y Neutro.	Sección calibre (mm ²)	Calibre AWG Tierra (d)
				A	B	C									
1,3,5	3P-500	Tablero TGE-2.	Tablero para UMAS	75843.33	75843.33	75843.33			227530	331.73	17	0.250	350	177.34	2
2,4,6	3P-200	Tablero TGE-1.	Tablero para Alumbrado y Receptáculos.	33750.00	33750.00	33750.00			101250	147.62	6	0.055	250	126.67	6
7,9,11	15	Bombas Trifásicas.	2 Bombas para Planta de Tratamiento.	1492.00	1492.00	1492.00	3	2238	4476	4.80	80	0.914	12	3.307	12
8,10,12	100	Elevador S1	Elevador para Sótanos	7460.00	7460.00	7460.00	30	22380	22380	40.00	96	0.899	2	33.62	8
13,15,17	150	Elevador P1	Elevador Principal-1.	14920.00	14920.00	14920.00	60	44760	44760	77.00	152	1.084	3/0	85.01	6
14,16,18	30	Bombas Trifásicas.	2 Bombas para Agua Tratada	4973.33	4973.33	4973.33	10	7460	14920	14.00	77	1.614	10	5.26	10
19,21,23	50	Bombas Trifásicas.	2 Bombas para Agua Potable.	7460.00	7460.00	7460.00	15	11190	22380	21.00	74	1.462	8	8.367	10
20,22,24	15	Bombas Trifásicas.	2 Bombas para agua de Carcamo.	373.00	373.00	373.00	1.5	1119	1119	3.00	84	0.600	12	3.307	12
25,27,29	70	Bomba Trifásica.	Bomba P.C.I.	9946.67	9946.67	9946.67	20	14920	29840	27.00	82	0.824	4	21.15	8
26,28,30	50	VE-Az	Ventilador en azotea	3730.00	3730.00	3730.00	15	11190	11190	21.00	128	1.591	6	13.3	10
31,33,35	50	EX-Az	Extractor en azotea	3730.00	3730.00	3730.00	15	11190	11190	21.00	151	1.877	6	13.3	10
				163678.33	163678.33	163678.33			491035.00	708.15					

Tablero tipo I-line - 3F 4H 440 [440 V]

No. Circuito.	ITM 3 Fases.	Nombre del circuito	Descripción	Fases			C.P.	Watts Instalados	Inom (A)	Longitud (M)	%e	Calibre AWG Fases y Neutro.	Sección calibre (mm ²)	calibre	Calibre AWG Tierra (d)
				A	B	C									
1,3,5	3P-70	CCM 1	Extractores de Sótanos	7273.50	7273.50	7273.50		21820.5	59.60	14.5	0.322	4	21.15	8	
2,4,6		Vacio													
7,9,11	3P-70	UP-1	Caseta de elevadores p/ sótanos	8016.67	8016.67	8016.67		24050	35.06	98	1.279	4	21.15	8	
8,10,12	3P-100	Elevador S2	Elevador para Sótanos	7460.00	7460.00	7460.00	30	22380	40.00	98	0.918	2	33.62	8	
13,15,17	3P-15	UMA	UMA en Auditorio	746.00	746.00	746.00		2238	3.26	70	0.342	12	5.26	12	
14,16,18	3P-50	Unidad condensadora	Unidad en Auditorio	5727.33	5727.33	5727.33		17182	25.05	70	1.038	5	13.3	10	
19,21,23	3P-70	Bomba Trifásica	Bomba de Cascada en Sótano 3	4973.33	4973.33	4973.33	20	14920	27.00	105	1.055	4	21.15	8	
20,22,24	3P-20	Bomba Trifásica	Bomba del Espejo de agua en Sótano 3	1243.33	1243.33	1243.33	5	3730	7.60	110	1.251	10	5.26	12	
25,27,29	3P-50	UP-2	Unidad para el Montacarga en Azotea	5727.33	5727.33	5727.33		17182	25.05	115	1.072	4	21.15	10	
Totales				41167.50	41167.50	41167.50		123502.5	222.63						

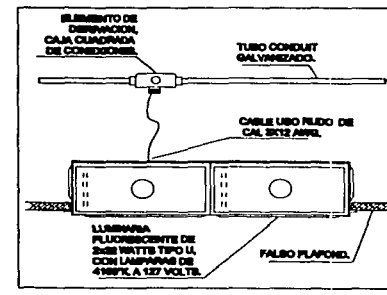
Anexo 3



<input checked="" type="checkbox"/>	TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALUMBRADO Y CONTACTOS EN SERVICIO DE EMERGENCIA.	<input checked="" type="checkbox"/>	LUMINARIA FLUORESCENTE 2 X 59 W DE 0.30 X 2.44 MTS CON LOUVER DE 16 CELDAS CAT. 300-SL-AA MCA. ELMSA O SIMILAR
<input checked="" type="checkbox"/>	TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALUMBRADO Y CONTACTOS EN SERVICIO NORMAL	<input checked="" type="checkbox"/>	LUMINARIA FLUORESCENTE 2 X 32 W DE 0.30 X 1.22 MTS CON LOUVER DE 16 CELDAS CAT. 300-SL-AA MCA. ELMSA O SIMILAR
<input type="checkbox"/>	TUBERIA P.D.C. POR MURO, LOSA O ESTRUCTURA	<input checked="" type="checkbox"/>	LUMINARIA FLUORESCENTE 2 X 32 W DE 60 X 60 CON LOUVER DE 16 CELDAS CAT. 300-SL-AA MCA. ELMSA O SIMILAR
<input type="checkbox"/>	TUBERIA PVC POR PISO	<input checked="" type="checkbox"/>	LUMINARIA DECORATIVA P/ BAÑO DOMUSMAXI 2X13W MCA. CONSTRUITA O SIMILAR
<input checked="" type="checkbox"/>	CAJA CUADRADA GALVANIZADA CON TAPA	<input checked="" type="checkbox"/>	APAGADOR SENCILLO.

CEDULA

- ① 2-12
1-12d
T-16mmø
- ② 4-12
1-12d
T-16mmø
- ③ 6-12
1-12d
T-21mmø
- ④ 10-12
1-12d
T-27mmø
- ⑤ 14-12
1-12d
T-35mmø



ESCALA 1:100 METROS

UBICACION ESQUEMATICA

REFERENCIAS A DIOS PLANOS

TABLA DE ESPECIFICACIONES

NOTAS GENERALES

- ESTE ES EL PLAN DE OBRA ELECTRICA
- ESTE PLAN DE OBRA DEBE SER LEIDO EN CONJUNTO CON EL PLAN DE OBRA DE OBRA CIVIL Y EL PLAN DE OBRA DE OBRA DE OBRA CIVIL Y EL PLAN DE OBRA DE OBRA CIVIL
- LA DISTRIBUCION DE OBRA DE OBRA CIVIL DEBE SER LEIDA EN CONJUNTO CON EL PLAN DE OBRA DE OBRA CIVIL Y EL PLAN DE OBRA DE OBRA CIVIL
- LA DISTRIBUCION DE OBRA DE OBRA CIVIL DEBE SER LEIDA EN CONJUNTO CON EL PLAN DE OBRA DE OBRA CIVIL Y EL PLAN DE OBRA DE OBRA CIVIL
- LA DISTRIBUCION DE OBRA DE OBRA CIVIL DEBE SER LEIDA EN CONJUNTO CON EL PLAN DE OBRA DE OBRA CIVIL Y EL PLAN DE OBRA DE OBRA CIVIL
- LA DISTRIBUCION DE OBRA DE OBRA CIVIL DEBE SER LEIDA EN CONJUNTO CON EL PLAN DE OBRA DE OBRA CIVIL Y EL PLAN DE OBRA DE OBRA CIVIL
- LA DISTRIBUCION DE OBRA DE OBRA CIVIL DEBE SER LEIDA EN CONJUNTO CON EL PLAN DE OBRA DE OBRA CIVIL Y EL PLAN DE OBRA DE OBRA CIVIL
- LA DISTRIBUCION DE OBRA DE OBRA CIVIL DEBE SER LEIDA EN CONJUNTO CON EL PLAN DE OBRA DE OBRA CIVIL Y EL PLAN DE OBRA DE OBRA CIVIL

MODIFICACIONES

FECHA: 1998
AUTOR: []

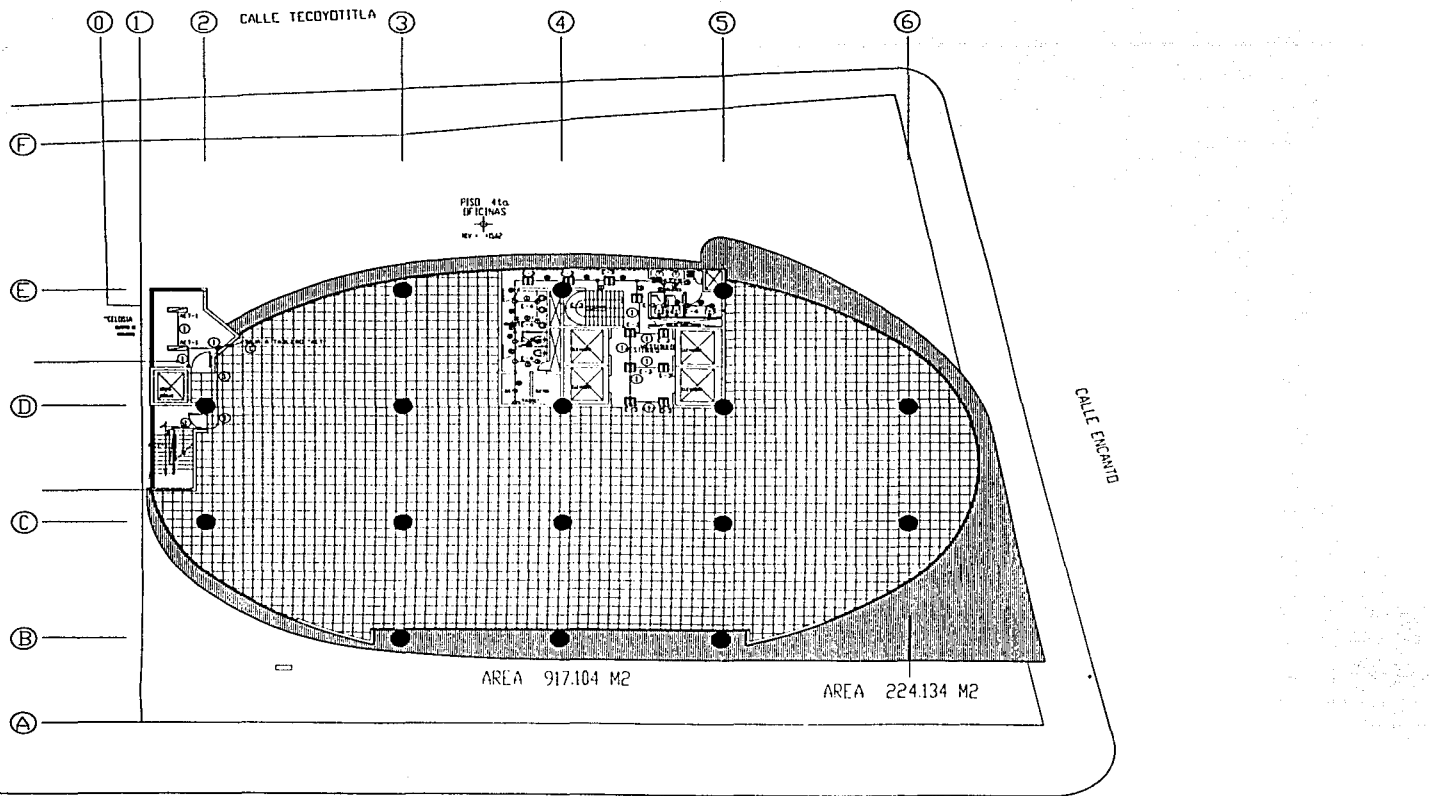
SARE

"SIGLUM"
EDIFICIO DE OFICINAS
Av. Insurgentes Sur 1898.
Mexico DF

PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA ALUMBRADO PISO DE OFICINA (TIPO SISTEMA N)

FECHA: 1998

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

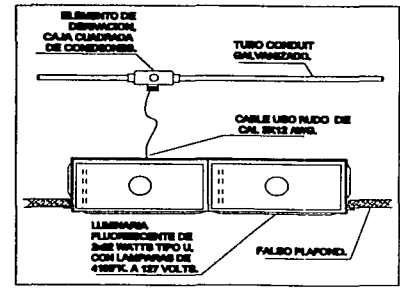


AV. INSURGENTES

<input checked="" type="checkbox"/>	TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALUMBRADO Y CONTACTOS EN SERVICIO DE EMERGENCIA.	<input checked="" type="checkbox"/>	LUMINARIA FLUORESCENTE 2 X 59 W DE 0.30 X 2.44 MTS CON LOUVER DE 16 CELDAS CAT. 300-SL-AA MCA. ELMSA O SIMILAR
<input checked="" type="checkbox"/>	TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALUMBRADO Y CONTACTOS EN SERVICIO NORMAL.	<input checked="" type="checkbox"/>	LUMINARIA FLUORESCENTE 2 X 32 W DE 0.30 X 1.22 MTS CON LOUVER DE 16 CELDAS CAT. 300-SL-AA MCA. ELMSA O SIMILAR
<input type="checkbox"/>	TUBERIA P.D.C. POR MURO, LOSA O ESTRUCTURA	<input checked="" type="checkbox"/>	LUMINARIA FLUORESCENTE 2 X 32 W DE 60 X 60 CON LOUVER DE 16 CELDAS CAT. 300-SL-AA MCA. ELMSA O SIMILAR
<input type="checkbox"/>	TUBERIA PVC POR PISO	<input checked="" type="checkbox"/>	LUMINARIA DECORATIVA P/ BAÑO DOMUSMAXI 2X13W MCA. CONSTRUTELA O SIMILAR
<input checked="" type="checkbox"/>	CAJA CUADRADA GALVANIZADA CON TAPA	<input checked="" type="checkbox"/>	APAGADOR SENCILLO.

CEDULA

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| ① 2-12
1-12d
T-16mmØ | ③ 8-12
1-12d
T-21mmØ |
| ② 4-12
1-12d
T-16mmØ | ④ 12-12
1-12d
T-27mmØ |



ICMA 1 00 0000 METROS

UBICACION ESQUEMATICA

REFERENCIAS A OTROS PLANOS

TABLA DE ESPECIFICACIONES

NOTAS COMPLEMENTARIAS

- ESTE ES EXCLUSIVO DE OBRA ELECTRICA
- ESTE PLANO DE CONSTRUCCION DEBE SER LEIDO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE CONSTRUCCION DE LA OBRA CIVIL Y DE LA OBRA DE ACABADOS DE INTERIORES Y EXTERIORES.
- LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION DEBEN SER DE CALIDAD Y DE MARCA RECONOCIDA CON LA SUPERVISION DE OBRA.
- TODO EL CABLE DE ALUMBRADO DEBE SER DE TIPO UL CON LAMPARAS TIPO UL CON LAMPARAS DE 40W. A 127 VOLTS.
- LOS CABLES DE ALUMBRADO DEBEN SER DE TIPO UL CON LAMPARAS DE 40W. A 127 VOLTS.
- LA CONDUCCION DE ALUMBRADO DEBE SER HECHA EN EL MANTO PISO FLENELE Y CONECTOR PUNTO FLENELE.
- EL PRESENTE PLANO DE OBRAS DEBE SER LEIDO EN CONJUNTO CON LOS PLANOS DE OBRAS CIVILES Y DE ACABADOS PARA LA OBRA DE OBRA CIVIL Y DE ACABADOS.

MODIFICACIONES

FECHA	DESCRIPCION	REVISOR

SARE

"SIGLUM"
EDIFICIO DE OFICINAS
Av. Insurgentes Sur 1890.
MEXICO DF

PROYECTISTA: Ing. Juan P. Ruiz
DISEÑADOR: Ing. Juan P. Ruiz
AUTOR: Ing. Juan P. Ruiz

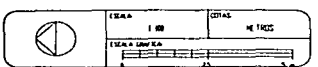
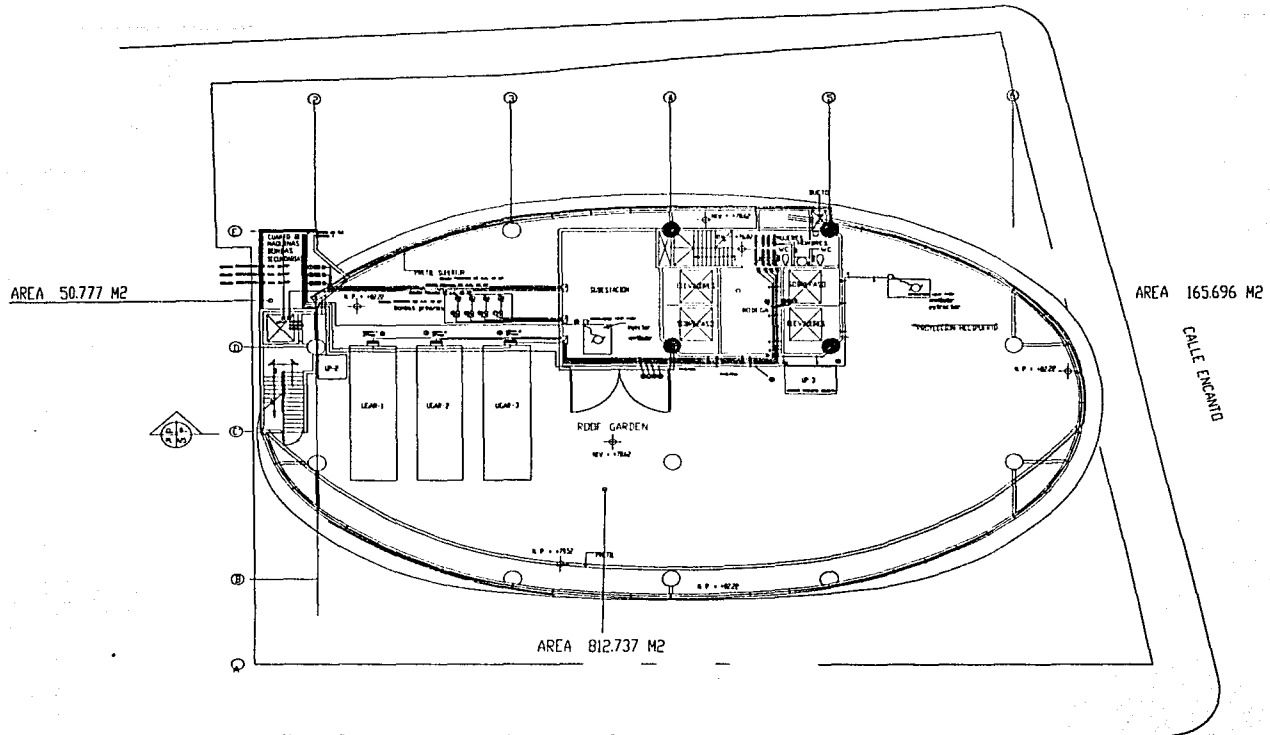
OTROS MEDIOS

PLANO: INSTALACION ELECTRICA ALUMBRADO PISO DE OFICINA TIPO SISTEMA E

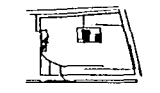
IE-02

ESCALA: 1:100

CALLE TECOYOTITLA



VERIFICACION ESQUEMATICA

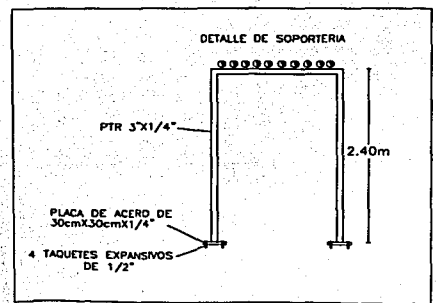
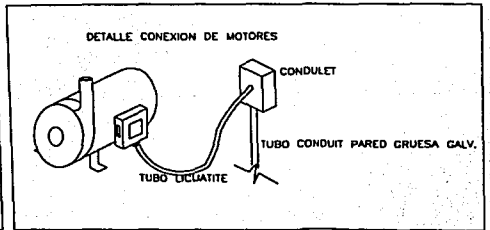
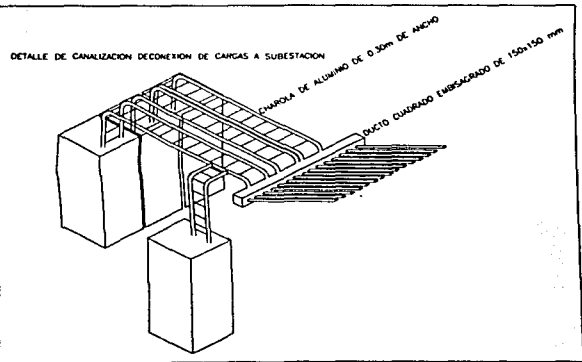


REFERENCIAS A OTROS PLANOS

TABLA DE ESPECIFICACIONES

- NOTAS GENERALES:
- 1.- LAS TUBERIAS DE CONDUITO NO INDICADO SERAN DE LAMINA DE COBRE.
 - 2.- TODOS LOS MATERIALES UTILIZADOS EN ESTE PROYECTO SE APLICAN A LA NORMA NOM-001-SETE-1990.
 - 3.- TODOS LOS CONDUCTORES DEBERAN SER DEL TIPO THHN-LS 75 GRADOS CENTIGRADES.
 - 4.- CONDUCTOR DE TIPO AWG DEBERAN SER DE COBRE CONCENTRICO.
 - 5.- CONDUCTOR PARA LAS FASES DEBERAN SER DE COLEP-TRAY ALTA CALIDAD.
 - 6.- LAS TUBERIAS Y CAJAS DEL SISTEMA NORMAL Y EMERGENCIA DEBERAN SER DE COBRE.
 - 7.- EL TUBERIO PARA EL HELIPUERTO DEBERA SER CAPS O BLANCO.
 - 8.- EL CUANDO LE LANCE.
 - 9.- VER DISEÑOS ANTERIORES.

- TABLERO DE CONTROL PARA UCAH
- ⊞ INVERSOR DE FRECUENCIA
- ⊞ MOTOR DE CAPACIDAD INDICADA
- ⊞ INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO EN GABINETE
- ⊞ INTERRUPTOR DE SEGURIDAD TIPO FUSIBLES
- TUBERIA CONDUIT FLEXIBLE TIPO LOCALITE
- TUBERIA CONDUIT GALVANIZADA PARED GRUESA
- TUBERIA CONDUIT GALVANIZADA PARED GRUESA POR PISO



MODIFICACIONES

FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO

SARE

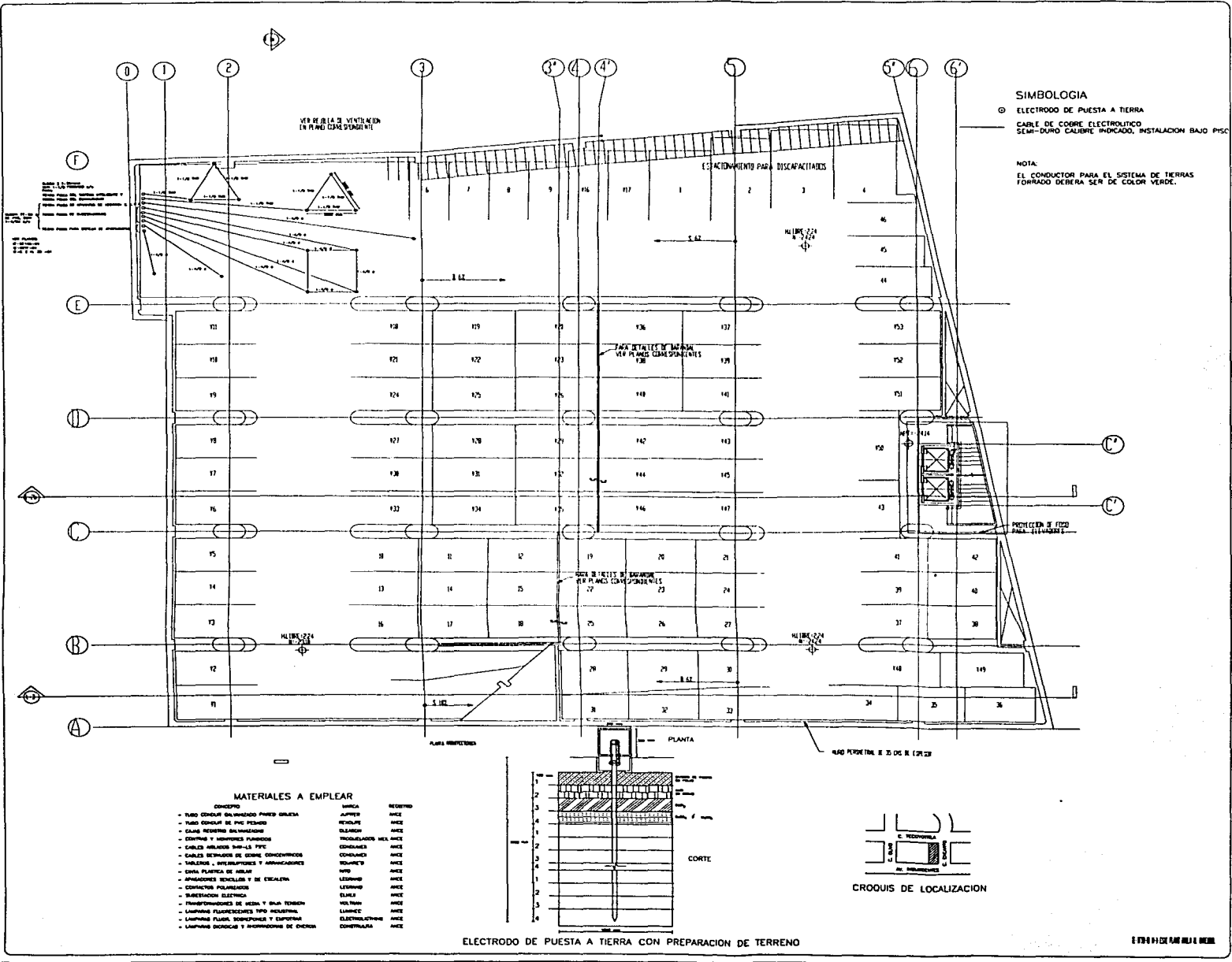
"SIGLUM"
EDIFICIO DE OFICINAS
Av. Insurgentes Sur 1698,
MEXICO DF

Arquitecto:
Ingeniero en Plumb:
Diseño:
Revisado:

SEAL E INGENIERO

PLANO: INSTALACION ELECTRICA SISTEMA DE FUERZA IE-07

PROYECTO: [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]



SIMBOLOGIA

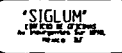
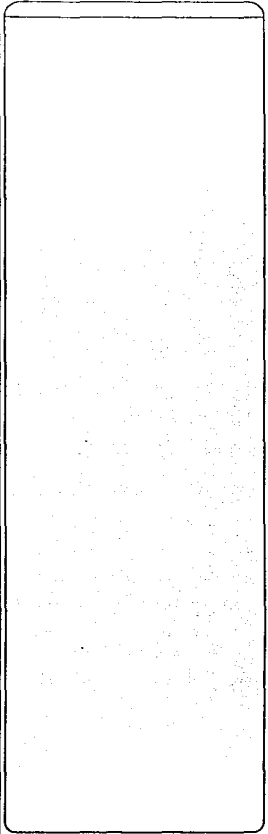
- ⊙ ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA
- CABLE DE COBRE ELECTROLITICO SEMI-DURO CALIBRE INDICADO, INSTALACION BAJO PISO

NOTA:
EL CONDUCTOR PARA EL SISTEMA DE TIERRAS FORRADO DEBERA SER DE COLOR VERDE.

MATERIALES A EMPLEAR

CONCRETO	ACERO	RECIPIENTE
- TUBO CONCRETO GALVANIZADO PARED DUELA	JUNTER	ANCE
- TUBO CONCRETO DE PVC PERFORADO	REJILLA	ANCE
- CABLE REFORZADO GALVANIZADO	BARANDIL	ANCE
- CORTINA Y MANTENEDORES PUNZADOS	TRIANGULOS DE ACERO	ANCE
- CABLES HELICOIDALES 30x1.5 PFC	CONDUCTOR	ANCE
- CABLES REFORZADOS DE COBRE CONDUCTORES	CONDUCTOR	ANCE
- MALLAS - SUPERFICIES Y ARMADURAS	REJILLA	ANCE
- BARRAS DE ACERO	VARO	ANCE
- ARMADURAS REJILLAS Y DE ESCALERA	LEONADO	ANCE
- CONTACTOS POLIURETANOS	LEONADO	ANCE
- SUAVIZACION ELECTROICA	ELIAS	ANCE
- TRANSFORMADORES DE RED Y BAJA TENSION	VOLTAJE	ANCE
- LAMPARAS FLUORESCENTES TIPO INDUSTRIAL	LUMINIC	ANCE
- LAMPARAS FLUORO INCANDESCENTES Y ELECTRONICAS	ELECTROLUMINIS	ANCE
- LAMPARAS DE COLORES Y INFORMACIONES DE COLORES	CONSTRUCCION	ANCE

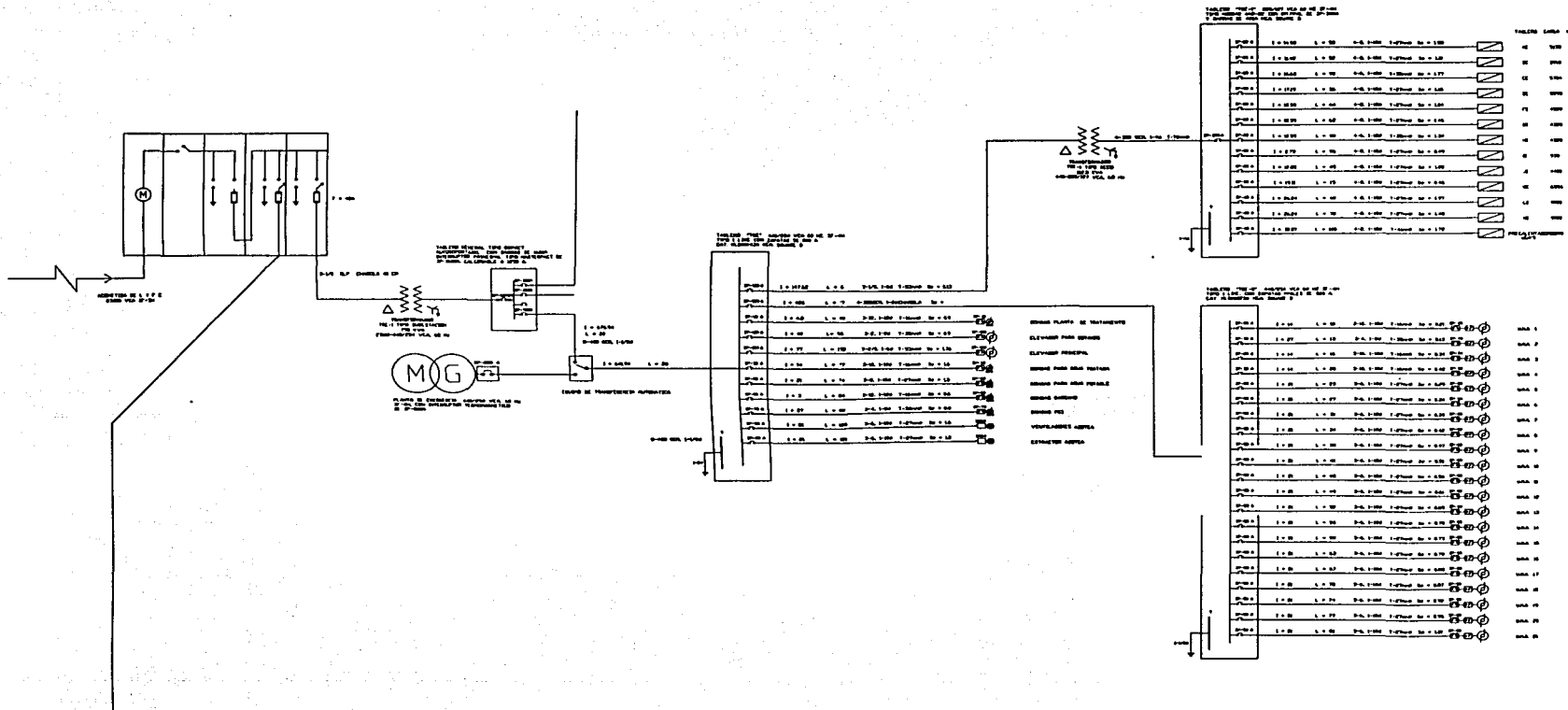
ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA CON PREPARACION DE TERRENO



Proyecto: Instalacion El. Pisos
Autor: [Blank]
Fecha: [Blank]

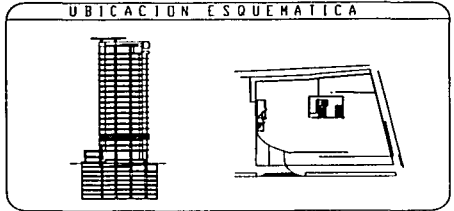
PLANO: INSTALACION ELECTRICA DEL SISTEMA DE TIERRAS FISICAS SOTANO B

IE-08



ESCALA 1:100 COTAS METROS

ESCALA GRAFICA 25 5m



REFERENCIAS A OTROS PLANOS

TABLA DE ESPECIFICACIONES

NOTAS GENERALES:

- 1- ESTE ES EXCLUSIVO DE OBRA ELECTRICA
- 2- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON LOS PLANOS DE CUADROS DE CARGA, DIAGRAMA UNIFILAR Y ALUMBRADO DE EMERGENCIA
- 3- LAS TRAYECTORIAS DE TUBERIAS, UBICACION DE EQUIPO Y SALIDAS SON REPRESENTATIVAS Y DEBERAN SER COORDINADAS CON LA SUPERVISION DE OBRA
- 4- TODO EL CABLE DEBE SER DE COBRE CON AISLAMIENTO TERAPELANTIC DEL TIPO THW-LS 90 MCM O EQUIVALENTE
- 5- NO SE PERMITEN UNIDADES DE CABLES DENTRO DE TUBERIAS. LAS UNIDADES EN CAJAS REGISTRADAS, DEBERAN SER ESTAGADAS Y AISLADAS DOS CAPAS DE CINTA AISLANTE TIPO AEXX Y 3X3X MCM 3M
- 6- LA CONEXION DE LUMINARIOS SE DEBE HACER MEDIANTE TUBO FLEXIBLE Y CONECTOR PARA TUBO FLEXIBLE
- 7- EL PRESENTE PLANO DEBE CUMPLIR CON LOS REQUERIMIENTOS MARCADOS POR LA NORMA OFICIAL MEXICANA NEM-SE-02-1999

MODIFICACIONES

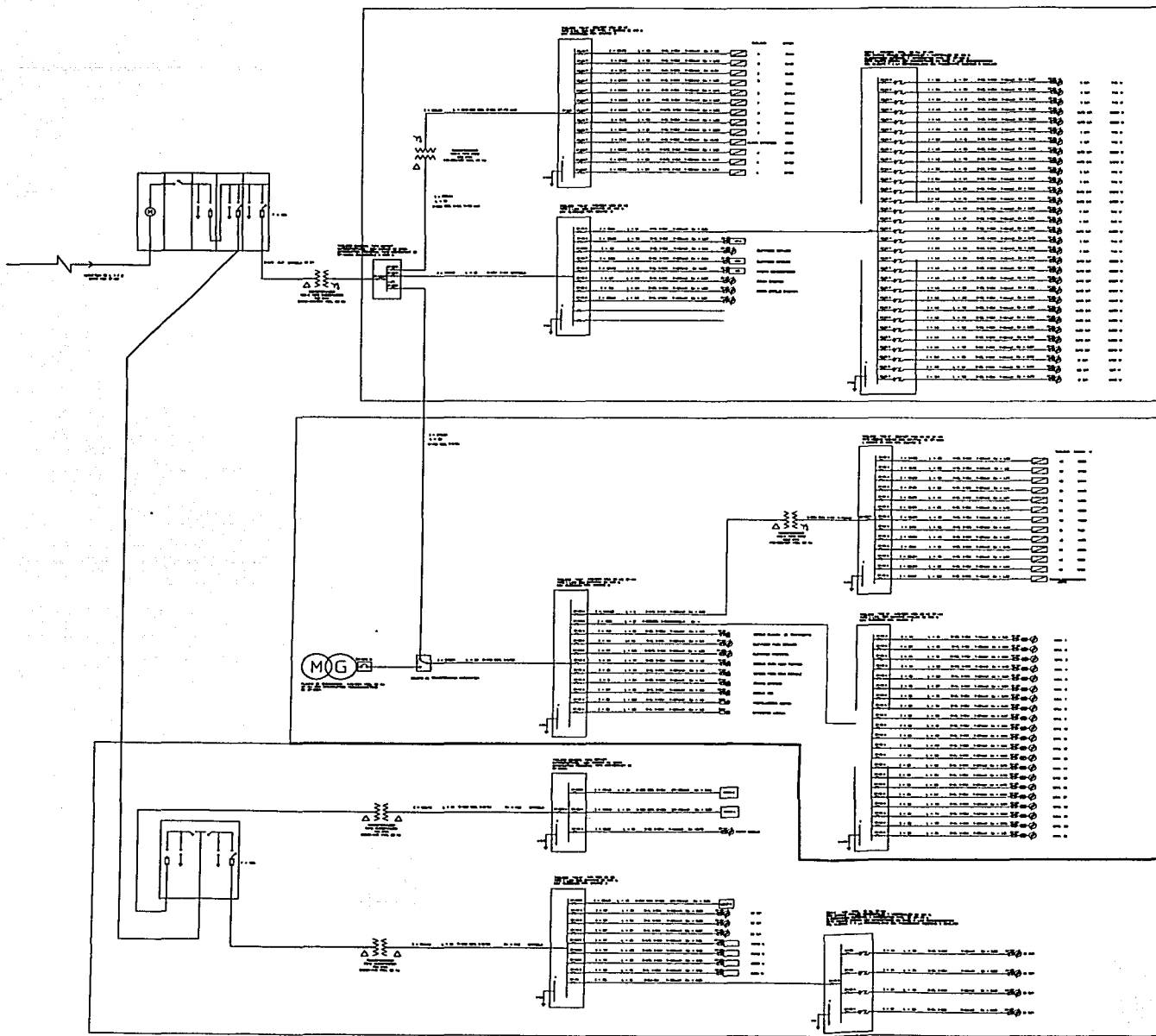
FECHA	NO.	CONTRACCION	SIGNA
MARZO 02	1		

SURE

"SIGLUM"
EDIFICIO DE OFICINAS
Av. Insurgentes Sur 1898,
Mexico D.F.

PLANO INSTALACION ELECTRICA DIAGRAMA UNIFILAR IE-10

DISEÑADO: F.L. REVISADO: M.C.L.R. APROBADO: F.C.M. FECHA: SEP 2002



ESCALA 1:50

10 METROS

UBICACION ESQUEMATICA

REFERENCIAS A OTROS PLANOS

TABLA DE ESPECIFICACIONES

NOTAS GENERALES:

- ESTE ES CABLEADO DE BANDA ELECTRICA
- ESTE PLANO DE COMPLETADO CON LOS PLANOS DE CABLEADO DE CABLEADO
- LOS TRANSDUCTORES DE TENSION, UNIDAD DE CARGA Y LA TIRAS SON DE TIPO AUTOMATICO Y DE TIPO DE CABLEADO CON LA SUPERVISION DE CABLE
- TODO EL CABLEADO DE ESTE TIPO CON APORTE DE CABLEADO DE TIPO AUTOMATICO
- LOS DE TIPO AUTOMATICO DE TIPO AUTOMATICO DE TIPO AUTOMATICO
- LA CABLEADO DE TIPO AUTOMATICO DE TIPO AUTOMATICO DE TIPO AUTOMATICO
- EL PRESENTE PLANO DE CABLEADO DE TIPO AUTOMATICO DE TIPO AUTOMATICO

MODIFICACIONES

FECHA	NO.	CONTRATANTE	PROY.

SARE

"SIGLUM"

EDIFICIO DE OFICINAS

Av. Insurgentes Sur 1898.

México DF

PLANO INSTALACION ELECTRICA

DIAGRAMA UNIFILAR

IE-12

DISEÑADO POR: [] REVISADO POR: [] APROBADO POR: [] FECHA: []

Anexo 4

Luminario seleccionado

La selección del luminario debe ser previa a la investigación del CU en tablas, ya que éste está calculado para cada luminario en particular, al mismo tiempo, es ventajoso determinar los lúmenes de salida de la(s) lámpara(s) propuesta(s), dato que se obtiene de la información del fabricante de lámparas.

Para este cálculo, interesa conocer los lúmenes iniciales de la lámpara seleccionada:

Lámpara a utilizar: A.M. (aditivos metálicos) 400W

Lumen: 36 000

Factor de Perdida de Luz (DPL): 0.75%

Luminario seleccionado: THR 400M PA22 (1.6 S/MH) LITHONIA LIGHTING-HITEK INDOOR.

Clave IES: 90121915.IES

Determinación del coeficiente de utilización

El CU apropiado se extrae de tablas calculadas y proporcionadas por el fabricante del luminario. Cada luminario tiene su propia tabla de CU. La figura siguiente es un ejemplo de una tabla típica.

COEFICIENTES DE UTILIZACION - Reflectancia efectiva de cavidad de piso 20%																		
RCT	80				70				50				30				10	0
RP	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0		
RCC																		
1	64	80	76	81	77	74	78	73	70	72	69	67	68	66	64	62		
2	73	67	62	71	65	60	67	62	58	63	59	56	59	56	53	51		
3	64	57	52	62	56	51	59	53	49	56	51	47	53	49	46	43		
4	56	49	43	55	48	42	52	46	41	49	44	40	47	42	39	37		
5	60	43	37	49	42	35	46	40	35	44	39	34	42	37	33	31		
6	45	38	32	44	37	32	42	35	31	40	34	30	36	33	29	27		
7	40	35	28	40	32	27	38	31	27	36	30	26	34	29	25	24		
8	37	29	24	36	29	24	34	28	23	32	27	23	31	26	22	21		
9	33	28	21	32	26	21	31	25	21	30	24	20	28	23	20	18		
10	29	22	18	29	22	18	27	21	17	26	21	17	25	20	16	15		

RCT -- Reflectancia efectiva de cavidad de techo. RP -- Reflectancia de pared.
RCC -- Radio de cavidad de cuarto.
Probados de acuerdo con el método para verificaciones fotométricas aprobado por el IES.

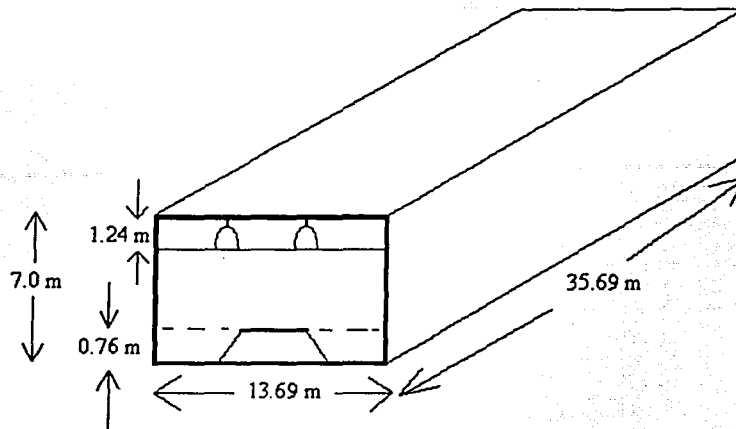
Los factores de entrada son:

1. Porcentaje de la reflectancia efectiva de la cavidad del techo (RCT).
2. Porcentaje de reflectancia de la pared (RP).
3. Relación de la cavidad del cuarto (RCC) o Relación de Cavidad del Local (RCL)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Determinación de relaciones de cavidad

Para obtener las relaciones de cavidad es necesario tener las medidas del local que se iluminara, en esta caso la figura siguiente muestra las medidas del local comercial de la planta baja de la Torre Siglum.



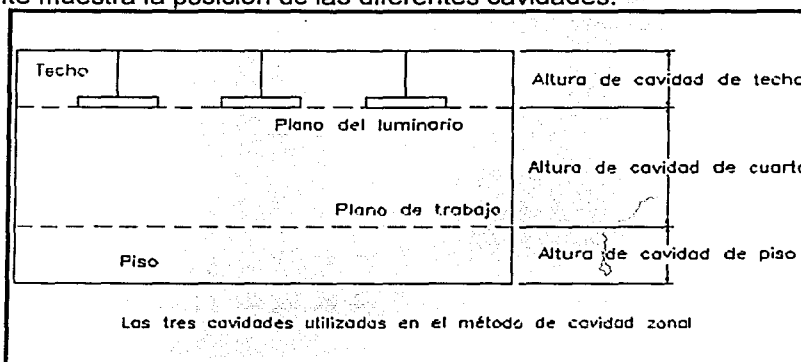
Se consideran las tres siguientes cavidades del local:

Cavidad del techo. Área medida desde el plano del luminario al techo.

Cavidad del cuarto. Es la distancia entre el plano de los luminarios y un plano imaginario a la altura de las superficies de trabajo (escritorios, mesas, etc.).

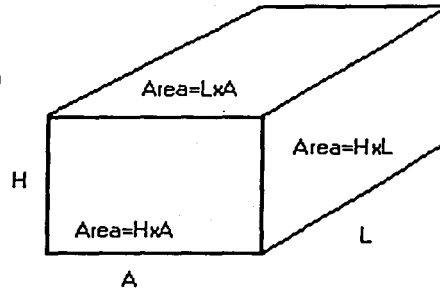
Cavidad del piso. Es la distancia entre el plano de trabajo y el piso.

La figura siguiente muestra la posición de las diferentes cavidades.



Dentro de estas cavidades, la luz inter reflejada se comporta de una forma que depende de la relación de área vertical sobre horizontal; por lo tanto, el primer paso para determinar ese comportamiento implica la determinación de las relaciones de área vertical sobre área horizontal en cada una de las cavidades. Esas son llamadas "Relaciones de Cavidad" (RC).

Para entender estas relaciones RC, suponga una cavidad cuyas dimensiones se muestran en la figura adjunta.



El área de cada pared frontal o posterior es (HxA); o, el área combinada es 2(HxA).

El área de cada pared lateral es (HxL); combinada, 2(HxL).

El área total de paredes es: [2(HxA) + 2(HxL)] ó también: 2H (L+A).

El área del techo y del piso es (LxA); en ambas, es 2(LxA).

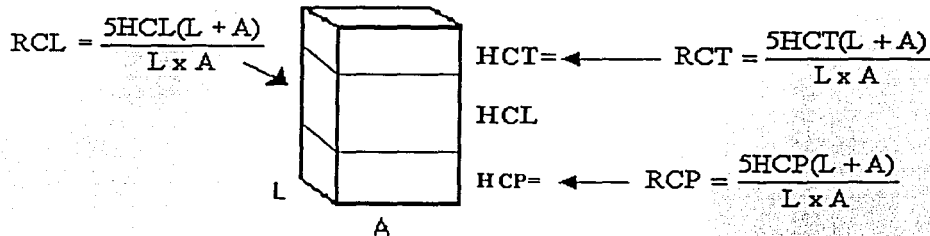
Por tanto, la relación de áreas verticales sobre horizontales (la relación de cavidad) es:

$$RC = \frac{2H(L+A)}{2(LxA)} = \frac{H(L+A)}{LxA}$$

Tomando como referencia al CU de la tabla previa, se notará que la columna izquierda tiene valores de relación de Cavidad del Cuarto (RCC) o (RCL) de 1 a 10. Si se sustituyen las dimensiones de locales reales en la ecuación, las relaciones de cavidad para la mayoría de locales caerá entre 0.2 y 2.0. Para establecer valores de RC que faciliten la entrada a las tablas de CU, las RC's se multiplican arbitrariamente por 5, un artificio que no modifica la relación:

$$RC = \frac{5H(L+A)}{LxA}$$

Se puede ahora determinar las tres relaciones de cavidad; normalmente RCC ó RCL. (con siglas en inglés es RCR)



Como la longitud y el ancho son constantes, se puede calcular la RCL y en función de ésta, RCT y RCP (cada uno es proporcional al otro de acuerdo a su valor de H):

$$RCT = RCL \frac{HCT}{HCL}$$

$$RCP = RCL \frac{HCP}{HCL}$$

HCT = 1.24 m, HCL = 5.00 m, HCP = 0.76 m, L = 35.69 m y A = 13.69 m
(DATOS REALES DEL LOCAL COMERCIAL DE LA PLANTA BAJA
DE LA TORRE SIGLUM)

$$RCL = \frac{5 \times 5(35.69 + 13.69)}{35.69 \times 13.69} = 2.53$$

$$RCT = 2.53 \left(\frac{1.24}{5.00} \right) = 0.626$$

$$RCP = 2.53 \left(\frac{0.76}{5.00} \right) = 0.384$$

Determinación de las reflectancias efectivas de las cavidades

Para obtener los datos suficientes para la determinación del CU se necesita un paso más: la determinación de las reflectancias efectivas de techo y piso.

Es importante notar las diferencias entre las reflectancias reales de una superficie y las reflectancias efectivas de la cavidad, cuando la luz sale del luminario lo hace en varias direcciones, cualquier haz de luz rebota un número considerable de veces de una superficie a otra, cada rebote causa algunas pérdidas (por absorción) y la dispersión posterior de la parte no absorbida en más rayos en muchas otras direcciones, este es el proceso de interreflexión que produce reflectancias en las cavidades, las cuales pueden diferir de las observadas en las superficies básicas (techo ó piso) de las cavidades respectivas.

Las reflectancias efectivas de las cavidades se extraen del siguiente procedimiento.

Para obtener el Porcentaje de la reflectancia efectiva de la Cavidad del Techo (PCT), se consulta la tabla 1 y se aplica el siguiente procedimiento.

Entre a la columna izquierda de la tabla con RCT = 0.627 o 0.6

Entre a la línea superior con la reflectancia real del techo = 80%

Entre a la segunda línea con la reflectancia real de la pared = 50%

Obtenga el Porcentaje de la Reflectancia efectiva de la Cavidad del Techo por medio de la intersección de (1) con (2) y (3).

TABLA 1

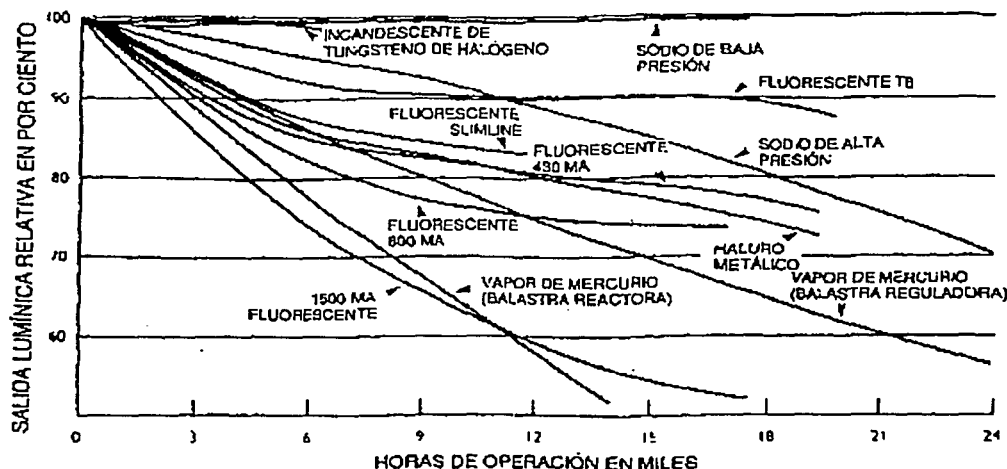
Reflexividad (o base U) porcentual	80										70										60										50									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
0.2	78	78	78	77	77	76	76	75	74	72	70	68	68	68	67	67	66	66	65	64	60	59	59	58	57	56	55	55	53	50	50	48	48	48	47	46	46	44		
0.4	78	77	76	74	74	74	74	73	72	71	69	67	67	66	66	65	65	64	63	59	58	57	56	55	54	53	53	51	50	48	48	47	46	45	44	44	42			
0.6	78	76	75	73	73	72	72	71	70	69	67	65	65	64	64	63	63	62	61	57	56	55	54	53	52	51	51	49	48	47	46	45	44	43	43	41				
0.8	78	75	73	71	71	70	70	69	68	67	65	63	63	62	62	61	61	60	59	55	54	53	52	51	50	49	49	47	46	45	44	43	42	42	40	39				
1.0	77	74	72	70	70	69	69	68	67	66	64	62	62	61	61	60	60	59	55	54	53	52	51	50	49	49	47	46	45	44	43	42	41	40	39					
1.2	76	73	70	68	68	67	67	66	65	64	62	60	60	59	59	58	58	57	53	52	51	50	49	48	47	47	45	44	43	42	41	40	39	38	37					
1.4	76	72	69	67	67	66	66	65	64	63	61	59	59	58	58	57	57	56	52	51	50	49	48	47	46	46	44	43	42	41	40	39	38	37	36					
1.6	75	71	67	65	65	64	64	63	62	61	59	57	57	56	56	55	55	54	50	49	48	47	46	45	44	44	42	41	40	39	38	37	36	35	34					
1.8	75	70	66	64	64	63	63	62	61	60	58	56	56	55	55	54	54	53	49	48	47	46	45	44	43	43	41	40	39	38	37	36	35	34	33					
2.0	74	69	64	62	62	61	61	60	59	58	56	54	54	53	53	52	52	51	47	46	45	44	43	42	41	41	39	38	37	36	35	34	33	32	31					
2.2	74	68	63	61	61	60	60	59	58	57	55	53	53	52	52	51	51	50	46	45	44	43	42	41	40	40	38	37	36	35	34	33	32	31	30					
2.4	73	67	62	60	60	59	59	58	57	56	54	52	52	51	51	50	50	46	45	44	43	42	41	40	40	38	37	36	35	34	33	32	31	30						
2.6	73	66	60	58	58	57	57	56	55	54	52	50	50	49	49	48	48	44	43	42	41	40	39	38	38	36	35	34	33	32	31	30	29	28						
2.8	73	65	59	57	57	56	56	55	54	53	51	49	49	48	48	47	47	43	42	41	40	39	38	37	37	35	34	33	32	31	30	29	28	27						
3.0	72	65	58	56	56	55	55	54	53	52	50	48	48	47	47	46	46	42	41	40	39	38	37	36	36	34	33	32	31	30	29	28	27	26						
3.2	72	64	57	55	55	54	54	53	52	51	49	47	47	46	46	45	45	41	40	39	38	37	36	35	35	33	32	31	30	29	28	27	26	25						
3.4	71	64	56	54	54	53	53	52	51	50	48	46	46	45	45	44	44	40	39	38	37	36	35	34	34	32	31	30	29	28	27	26	25	24						
3.6	71	63	54	52	52	51	51	50	49	48	46	44	44	43	43	42	42	38	37	36	35	34	33	32	32	30	29	28	27	26	25	24	23	22						
3.8	70	62	53	51	51	50	50	49	48	47	45	43	43	42	42	41	41	37	36	35	34	33	32	31	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21						
4.0	70	61	52	50	50	49	49	48	47	46	44	42	42	41	41	40	40	36	35	34	33	32	31	30	30	28	27	26	25	24	23	22	21	20						
4.2	69	60	51	49	49	48	48	47	46	45	43	41	41	40	40	39	39	35	34	33	32	31	30	29	29	27	26	25	24	23	22	21	20	19						
4.4	69	60	50	48	48	47	47	46	45	44	42	40	40	39	39	38	38	34	33	32	31	30	29	28	28	26	25	24	23	22	21	20	19	18						
4.6	68	59	50	48	48	47	47	46	45	44	42	40	40	39	39	38	38	34	33	32	31	30	29	28	28	26	25	24	23	22	21	20	19	18						
4.8	68	58	49	47	47	46	46	45	44	43	41	39	39	38	38	37	37	33	32	31	30	29	28	27	27	25	24	23	22	21	20	19	18	17						
5.0	68	58	48	46	46	45	45	44	43	42	40	38	38	37	37	36	36	32	31	30	29	28	27	26	26	24	23	22	21	20	19	18	17	16						
5.2	67	57	47	45	45	44	44	43	42	41	39	37	37	36	36	35	35	31	30	29	28	27	26	25	25	23	22	21	20	19	18	17	16	15						
5.4	67	56	46	44	44	43	43	42	41	40	38	36	36	35	35	34	34	30	29	28	27	26	25	24	24	22	21	20	19	18	17	16	15	14						
5.6	66	55	45	43	43	42	42	41	40	39	37	35	35	34	34	33	33	29	28	27	26	25	24	23	23	21	20	19	18	17	16	15	14	13						
5.8	66	54	44	42	42	41	41	40	39	38	36	34	34	33	33	32	32	28	27	26	25	24	23	22	22	20	19	18	17	16	15	14	13	12						
6.0	65	53	43	41	41	40	40	39	38	37	35	33	33	32	32	31	31	27	26	25	24	23	22	21	21	19	18	17	16	15	14	13	12	11						
6.2	65	52	42	40	40	39	39	38	37	36	34	32	32	31	31	30	30	26	25	24	23	22	21	20	20	18	17	16	15	14	13	12	11	10						
6.4	64	51	41	39	39	38	38	37	36	35	33	31	31	30	30	29	29	25	24	23	22	21	20	19	19	17	16	15	14	13	12	11	10	9						
6.6	64	50	40	38	38	37	37	36	35	34	32	30	30	29	29	28	28	24	23	22	21	20	19	18	18	16	15	14	13	12	11	10	9	8						
6.8	63	49	39	37	37	36	36	35	34	33	31	29	29	28	28	27	27	23	22	21	20	19	18	17	17	15	14	13	12	11	10	9	8	7						
7.0	63	48	38	36	36	35	35	34	33	32	30	28	28	27	27	26	26	22	21	20	19	18	17	16	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6						
7.2	62	47	37	35	35	34	34	33	32	31	29	27	27	26	26	25	25	21	20	19	18	17	16	15	15	13	12	11	10	9	8	7	6	5						
7.4	62	46	36	34	34	33	33	32	31	30	28	26	26	25	25	24	24	20	19	18	17	16	15	14	14	12	11	10	9	8	7	6	5	4						
7.6	61	45	35	33	33	32	32	31	30	29	27	25	25	24	24	23	23	19	18	17	16	15	14	13	13	11	10	9	8	7	6	5	4	3						
7.8	61	44	34	32	32	31	31	30	29	28	26	24	24	23	23	22	22	18	17	16	15	14	13	12	12	10	9	8	7	6	5	4	3	2						
8.0	60	43	33	31	31	30	30	29	28	27	25	23	23	22	22	21	21	17	16	15	14	13	12	11	11	9	8	7	6	5	4	3	2	1						
8.2	60	42	32	30	30	29	29	28	27	26	24	22	22	21	21	20	20	16	15	14	13	12	11	10	10	8	7	6	5	4	3	2	1	0						
8.4	59	41	31	29	29	28	28	27	26	25	23	21	21	20	20	19	19	15	14	13	12	11	10	9	9	7	6	5	4	3	2	1	0	0						
8.6	59	40	30	28	28	27	27	26	25	24	22	20	20	19	19	18	18	14	13	12	11	10	9	8	8	6	5	4	3	2	1	0	0	0						
8.8	58	39	29	27	27	26	26	25	24	23	21	19	19	18	18	17	17	13	12	11	10	9	8	7	7	5	4	3	2	1	0	0	0	0						
9.0	58	38	28	26	26	25	25	24	23	22	20	18	18	17	17	16	16	12	11	10	9	8	7	6	6	4	3	2	1	0	0	0	0	0						
9.2	57	37	27	25	25	24	24	23	22	21	19	17	17	16	16	15	15	11	10	9	8	7	6	5	5	3	2	1	0	0	0	0	0	0						
9.4	57	36	26	24	24	23	23																																	

Determinación de la Depreciación de los Lúmenes por Lámpara (DLL).

La depreciación de los lúmenes para cualquier lámpara puede predecirse con exactitud a través de gráficas y/o tablas. En estas notas, se considerará DLL como la depreciación que se espera cuando la lámpara haya sido operada por un tiempo igual al 70% de su vida nominal promedio.

La determinación de DLL es una simple extracción de la tabla 5:

Tabla 5



Depreciación de los lúmenes de las lámparas (LLD) de fuentes lumínicas típicas. LLD variará dependiendo de los tamaños y modelos de lámpara. Refiérase a las publicaciones del fabricante para valores aplicables. (Cortesía: National Lighting Bureau, Washington DC.)

De la tabla 5 se deduce $DLL = 0.80$

Determinación de la Depreciación por Polvo en el Luminario (DPL)

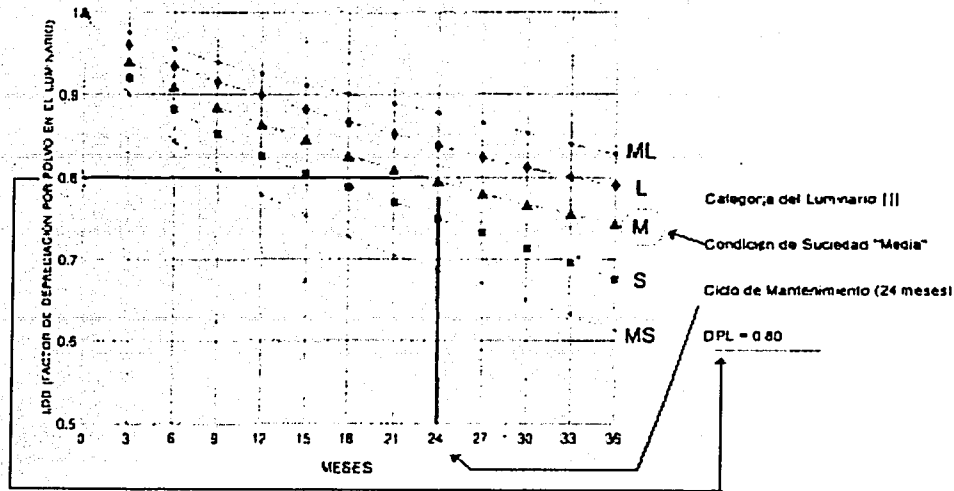
Esta depreciación se establece sobre la base de una suposición de acuerdo con la condición de suciedad, al tipo de luminario analizado y en la práctica de mantenimiento del usuario. Es posible alcanzar una exactitud razonable mediante el uso diario de gráficas, como la mostrada en la tabla 6 la cual, el IES ha desarrollado para seis categorías de luminarios.

Para determinar DPL:

Entre a la línea inferior con el ciclo de mantenimiento asumido (en meses).
Siga hacia arriba hasta la intersección con la "condición de suciedad" esperada.
Siga hacia la izquierda hasta la escala vertical.
Extraiga el DPL.

**TEMAS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA 6



DPL = 0.80

Determinación de la depreciación por suciedad del local (DPSL).

A menudo los ingenieros en iluminación han despreciado este valor, ya sea debido a que son insignificantes o nada predecibles. Cuando el entorno es extremadamente sucio, como en industrias de grandes chimeneas, el ingeniero deberá consultar como referencia el *IESNA Lighting Handbook* para buscar valores recomendados de DPSL, de lo contrario se supondrá que $DPSL = 1$.

Hojas de resultados del sistema visual para plantas

Hoja de resultados de planta con uso de oficinas

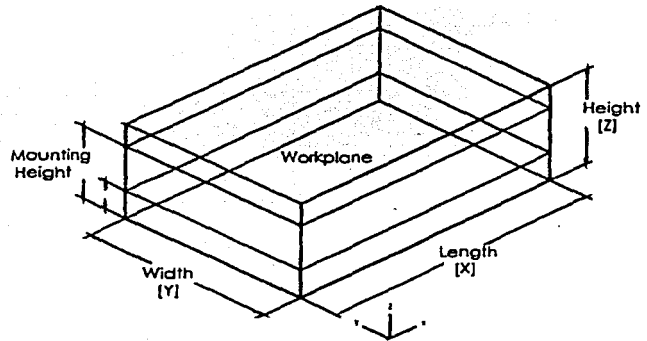
Lumen Method Summary

Project

Title
Number
Company
Designer

Room

Length [X] 49.15 m
Width [Y] 26.06 m
Height [Z] 3 m
RCR 0.66
Ceiling 80 %
Walls 50 %
Floor 20 %
Workplane Height 0.76 m

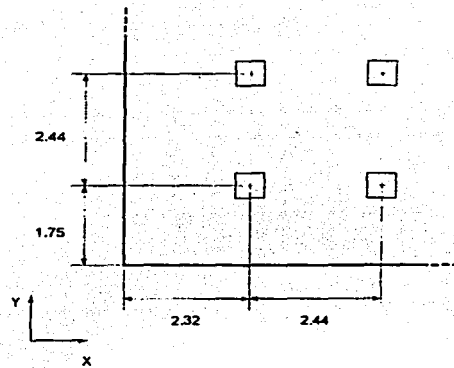


Luminaire

Mounting Height 3 m
Catalog Number 2PMO 2U31 8LS
Manufacturer Lithonia Lighting, Fluorescent
IES File Name L5989.IES
Lamp Description 2800 LM LAMP
Number of Lamps 2
Lamp Lumens 2800
Light Loss Factor .75
Coefficient of Utilization 0.63

Output

Illuminance 393 lux
Number of Luminaires 190
Number of Columns [X] 19
Number of Rows [Y] 10
Column Spacing [X] 2.44 m
Row Spacing [Y] 2.44 m
Column Start [X] 2.32 m
Row Start [Y] 1.75 m
Power Density 10.83 Watts/sq. m



Note: Calculations are based on procedures established by the Illuminating Engineering Society of North America, or standard industry practice. Visual 2.0 computes output performance based on input data as provided by, and which is the sole responsibility of, the user. Lithonia Lighting cannot be held responsible for the variations in actual situations which can effect calculated output.

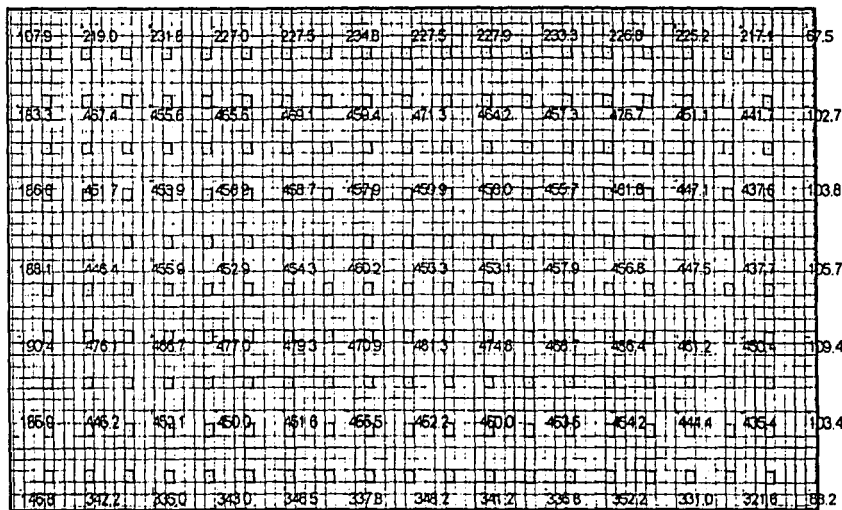


STATISTICS

Descripcion	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
Workplane	365.9 lux	486.4 lux	67.5 lux	7.2:1	5.4:1

LUMINAIRE SCHEDULE

Symbol	Label	Qty	Catalog Number	Description	Lamp	File	Lumens	LLF
---	LM-1	190	2PMO 2U31 BLS	OPTIMAX LIGHT CONTROL SYSTEM 2'X 2'	2800 LM LAMP	L5989.IES	2800	0.75



Plan View

Scale 1:300

Designer

Date
Oct 13 2001

Scale

Drawing No.

1 of 1

Hoja de resultados de planta para estacionamiento público

Lumen Method Summary

Project

Title
Number
Company
Designer

Room

Length [X] 44 m
Width [Y] 41.86 m
Height [Z] 3 m

RCR 0.52

Ceiling 80 %
Walls 50 %
Floor 20 %

Workplane Height 0.76 m

Luminaire

Mounting Height 3 m

Catalog Number L 2 96 T8 TUBI
Manufacturer Lithonia Lighting, Lithonia Fluorescent
IES File Name L5607.IES

Lamp Description 5700 LM LAMP
Number of Lamps 2
Lamp Lumens 5700
Light Loss Factor .73

Coefficient of Utilization 0.98

Output

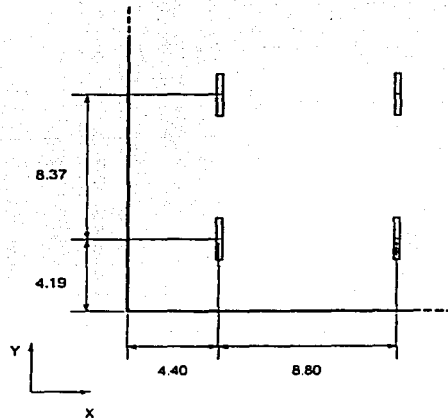
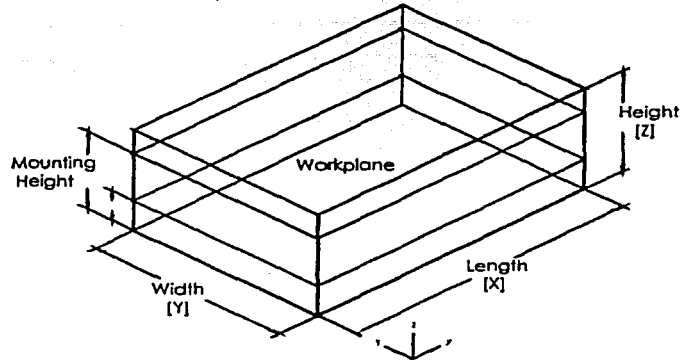
Illuminance 111 lux
Number of Luminaires 25

Number of Columns [X] 5
Number of Rows [Y] 5

Column Spacing [X] 8.80 m
Row Spacing [Y] 8.37 m

Column Start [X] 4.40 m
Row Start [Y] 4.19 m

Power Density 1.60 Watts/sq. m



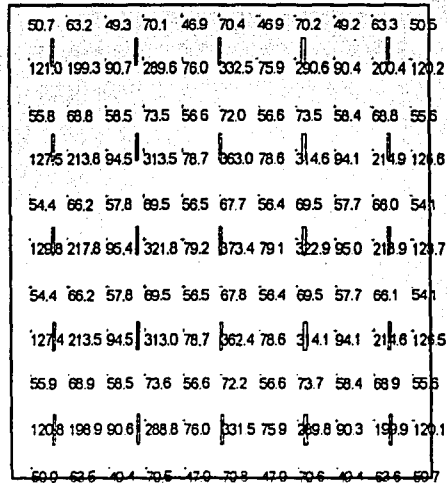
Note: Calculations are based on procedures established by the Illuminating Engineering Society of North America, or standard industry practice. Visual 2.0 computes output performance based on input data as provided by, and which is the sole responsibility of, the user. Lithonia Lighting cannot be held responsible for the variations in actual situations which can effect calculated output.

STATISTICS

Description	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
Workplane	114.7 lux	373.4 lux	46.9 lux	8.0:1	2.4:1

LUMINAIRE SCHEDULE

Symbol	Label	Qty	Catalog Number	Description	Lamp	File	Lumens	LLF
	LM-1	25	L 2 96 T8 TUBI	STANDARD INDUSTRIAL 8' 2 LAMP T8	5700 LM LAMP	L5607.IES	5700	0.73



Plan View

Scale 1:500



Designer

Date
Oct 13 2001

Scale

Drawing No.

1 of 1

Hoja de resultados de planta comercial uso exhibición

Lumen Method Summary

Project

Title
Number
Company
Designer

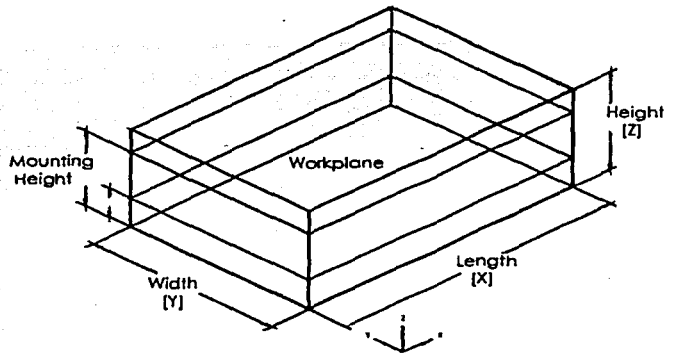
Room

Length [X] 35.69 m
Width [Y] 13.69 m
Height [Z] 7 m

RCR 2.14

Ceiling 80 %
Walls 50 %
Floor 20 %

Workplane Height 0.76 m



Luminaire

Mounting Height 5 m

Catalog Number THR 400M PA22 (1.6 S/MH)
Manufacturer LITHONIA LIGHTING - HITEK INDOOR
IES File Name 90121915.IES

Lamp Description ONE 400-WATT COATED METAL HALIDE, VERTICAL BASE-UP POSITION.
Number of Lamps 1
Lamp Lumens 36000
Light Loss Factor .75

Coefficient of Utilization 0.77

Output

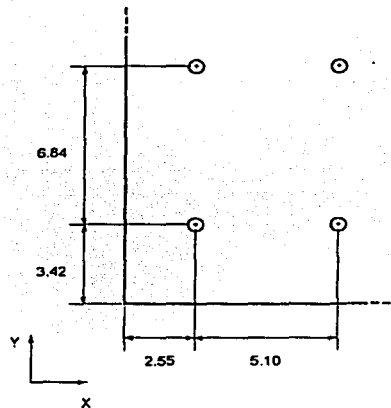
Illuminance 596 lux
Number of Luminaires 14

Number of Columns [X] 7
Number of Rows [Y] 2

Column Spacing [X] 5.10 m
Row Spacing [Y] 6.84 m

Column Start [X] 2.55 m
Row Start [Y] 3.42 m

Power Density 13.12 Watts/sq. m






















Note: Calculations are based on procedures established by the Illuminating Engineering Society of North America, or standard industry practice. Visual 2.0 computes output performance based on input data as provided by, and which is the sole responsibility of, the user. Lithonia Lighting cannot be held responsible for the variations in actual situations which can effect calculated output.

STATISTICS

Description	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
Workplane	599.1 lux	749.1 lux	478.5 lux	1.6:1	1.3:1

LUMINAIRE SCHEDULE

Symbol	Label	Qty	Catalog Number	Description	Lamp	File	Lumens	LLF
	LM-1	14	THR 400M PA22 (1.6 S/MH)	STANDARD OPEN PRISMATIC ACRYLIC REFRACTOR	ONE 400-WATT COATED METAL HALIDE, VERTICAL BASE-UP POSITION.	90121915.1ES	36000	0.75

480.1	481.1	488.0	529.5	535.5	529.5	487.9	489.7	478.5
								
617.6	713.7	749.1	705.5	699.8	705.2	748.0	713.2	616.0
617.4	712.7	747.9	705.0	699.5	704.8	746.9	712.6	616.4
								
481.3	493.5	490.3	530.8	536.9	530.8	480.3	492.8	480.8

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Plan View
Scale 1:200



Designer

Date
Oct 13 2001

Scale

Drawing No.

1 of 1

Bibliografía

Libros

- Becerril L. Diego, **Instalaciones eléctricas Prácticas**, México.
- Carvallo Cruz Everardo, **Análisis y costos de la Construcción**, UAM-Xochimilco, México .
- Creighton Schwan W., **Manual de prácticas de instalaciones eléctricas domésticas, granjas e industriales**, Compañía editorial continental S.A. de C.V., México, 1995
- Enríquez Harper Gilberto, **ABC de las Instalaciones Eléctricas Residenciales**, Limusa. México 1999.
- _____ **Fundamentos de Instalaciones Eléctricas de mediana y alta tensión**, 2° edición, Limusa. México 2001.
- _____ **Fundamentos de protección de sistemas eléctricos por relevadores**, Limusa, México 1996
- Espinosa y Lara Roberto, **Sistemas de Distribución**, Limusa, México 1990.
- Dale H. Besterfield, **Control de calidad**, Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1994.
- Drudis Antonio, **Planificación, organización y gestión de proyectos**, Ediciones gestión, México, 1998.
- García Carlos, **Ahorro de energía**, Genertek S.A. de C.V., Mexico.
- Giron Alicia, Estudillo Marcela, **Conceptos Básicos de economía**, UNAM, México, 1994.
- Helga Drummond, **Decisiones efectivas**, Mcgraw-Hill, México, 1998.
- Leguas Marqués Ángel, **Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión Comerciales e Industriales**, Paraninfo, España 1997.
- López Monroy Guillermo, **Sistemas de Tierra en Redes de Distribución**, inédito, México, 1996.
- Martín José Raúl, **Diseño de Subestaciones Eléctricas**, Limusa, México.
- Pérez Amador Barrón Víctor, **Generadores, Motores y Transformadores Eléctricos**, Facultad de Ingeniería. División de Ingeniería Mecánica Industrial. México.
- Romero G. Javier, **Principios básicos de iluminación y cálculo**, Cooper Crouse-Hinds, México.
- Tao William K., Richard R. Janis, **Manual de Instalaciones Eléctricas y Mecánicas en Edificios**, Tomos I y II, Prentice Hall México 1998.
- Toledano Gasca José Carlos, Martínez Requena Juan José, **Puesta a Tierra en Edificios y en Instalaciones Eléctricas**, Paraninfo, España 1997

Secretaría de Energía, **Prospectiva del sector eléctrico**, México, 2000.

Sociedad mexicana de ingeniería en iluminación, **Curso básico de iluminación de la Illuminating engineering Society of North America**, México, 1976.

Viqueira Landa Jacinto, **Redes Eléctricas**, primer tomo, Ediciones Alfaomega, México 1993.

Wildi Theodoro, **Sistemas de transmisión de potencia eléctrica**, Noriega Limusa, México 1991.

Normas

NOM-001-SEDE-1999.

NOM-001-STPS-1999.

NOM-001-SE-1999.

Manuales

Catálogo balastros electrónicos, ISB Sola Basic, México.

Catálogo general de condumex, Sector Electromanufactura, México, 1992.

Catálogo general de especificaciones Philips Lighting.

Catálogo general de subestaciones compactas ELMEX, Alstom S.A. de C.V., México.

Catálogo general tableros y subestaciones compactas, Siemens, México, 1997.

Catálogo plantas generadoras, Ottomotores, México, 2001.

Catálogo transformadores EMSA, Electromanufacturas S.A. de C.V., México, 1992.

Compendiado No. 25 Productos de distribución y control, Square D, Schneider Electric, México, 1999.

Enríquez Harper Gilberto, **Guía ilustrada para el cálculo de instalaciones eléctricas**, 1ª. Edición, SEP México 1996.

Hubbell Lighting Buyer's guide, Edition 2001, Hubbell Lighting, Inc.

Manual Eléctrico Conelec, **Conductores Eléctricos y Alambre Magneto**, 3ª edición.

Materiales para pararrayos, tierras físicas, proyectos e instalaciones, AMESA, México, 2001.

MGE UPS Systems, Francia, 2000.

Produc selection guide, 5ª edition, Lithonia Ligthting

Productos Servicios sistemas, Best Power, México, 2000.

Portales de internet

www.cfe.gob.mx, Sitio web correspondiente a la Comisión Federal de Electricidad con información financiera, histórica, comercial y perspectivas.

www.lfc.gob.mx, Sitio web correspondiente a Luz y Fuerza del Centro con información financiera, histórica, comercial y perspectivas.

www.schneider.com, Sitio web correspondiente al grupo Schneider con información técnica de productos eléctricos, catálogos y especificaciones.

www.alstom.com.mx, Sitio web correspondiente a la empresa ALSTOM con información técnica de productos eléctricos, catálogos y especificaciones.

www.osram.com.mx, Sitio web correspondiente a la empresa OSRAM con información técnica de productos eléctricos, iluminación, catálogos y especificaciones.

www.philips.com.mx, Sitio web correspondiente a la empresa Philips con información técnica de productos en iluminación, catálogos y especificaciones.

www.conae.gob, Sitio web correspondiente a la Comisión Nacional de Ahorro de Energía con información histórica, investigación y perspectivas.

www.se.gob.mx, Sitio web correspondiente a la Secretaría de Economía con información histórica, investigación, normas y perspectivas.

www.energia.gob.mx, Sitio web correspondiente a la Secretaría de Energía con información histórica, investigación, normas y perspectivas.