

137
2es.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DE INSTALACION
ELECTRICA PARA UN CENTRO
DE COMPUTO

T E S I S

para obtener el título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA ELECTRICA ELECTRONICA

p r e s e n t a

JOSE FRANCISCO REYES BADILLO



Asesor: Ing. Juan Manuel Rojas G.

Ciudad Universitaria

1998

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA
UN CENTRO DE CÓMPUTO**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
ÁREA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA**

P R E S E N T A :

JOSÉ FRANCISCO REYES BADILLO



ASESOR: ING. JUAN MANUEL ROJAS G.

CIUDAD UNIVERSITARIA

1998



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE INGENIERIA ELECTRICA

OFICIO FING/DIE/CSSS/0222/98

ASUNTO: Solicitud de Jurado para
Examen Profesional.

SR. ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE
INGENIERIA DE LA U.N.A.M.
P r e s e n t e .

A través de la Coordinación de Seminarios, el señor JOSE FRANCISCO REYES BADILLO con número de cuenta 8206050-5 de la carrera Ingeniero Mecánico Electricista, - área Eléctrica-Electrónica; habiendo satisfecho los requisitos académicos necesarios para efectuar su examen profesional, le solicita atentamente autorizarle, - tanto la fecha:

25 de junio de 1998 a las 18:00 horas,
así como el siguiente jurado:

PRESIDENTE:	ING. ROBERTO BROWN BROWN
VOCAL:	ING. JUAN MANUEL ROJAS GOMEZ
SECRETARIO:	ING. ARTURO MORALES COLLANTES
1ER. SPTE.:	ING. HUGO ALFREDO GRAJALES ROMAN
2DO. SPTE.:	ING. JUAN MANUEL HERNANDEZ OSNAYA

Para cualquier aclaración o duda al respecto, favor de comunicarse a la Coordinación de Seminarios y Servicio Social con la Ing. María Jaquelina López Barrientos, número telefónico 622-3111.

A t e n t a m e n t e .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 10 de junio de 1998

EL JEFE DE LA DIVISION


M.C. SALVADOR LANDEROS AYALA

ENTERADO


FIRMA DEL ALUMNO

EP-4

SLA*MJLB*1fc.

*"Dios nos brinda oportunidades en la vida bajo
el magistral nombre de un problema sin
solución"*

Andrew Matthews

ÍNDICE

Introducción	1
CAPÍTULO 1 Relación de conceptos para la elaboración de proyectos eléctricos	5
1.1 Criterios Generales para la ejecución de proyectos eléctricos	5
1.2 Cálculos	10
1.2.1 Cálculo de nivel de iluminación	10
1.2.2 Cálculo del número de luminarias y tipo así como su distribución	12
1.3 Precapacidades de equipos	18
1.4 Normatividad	20
1.5 Selección de la tensión	33
1.6 Datos que proporcionara la Compañía suministradora	33
1.7 Localización	34
1.7.1 Localización de contactos	34
1.7.2 Localización de la subestación eléctrica y tableros	35
1.7.3 Ductos y trayectorias de tuberías del alimentador general	36
1.8 Coordinación de las luminarias con salidas de aire acondicionado, sistemas contra incendio y otras instalaciones	37
CAPÍTULO 2 Desarrollo de un proyecto	39
2.1 Elaboración de planos	39
2.1.1 Alumbrado interior	44
2.1.2 Contactos y salidas especiales	44
2.1.3 Alimentadores en A.T. y B.T	44
2.1.4 Alumbrado exterior	45
2.1.5 Fuerza	45
2.1.6 Pararrayos	45
2.1.7 Subestación eléctrica	45
2.2 Diagramas y cuadros	46
2.2.1 Diagrama unifilar	46
2.2.2 Cuadro de cargas	48
2.2.3 Cortes y detalles	50

CAPÍTULO 3	Definición del proyecto	51
3.1	Definición	51
3.2	Generalidades del proyecto	51
3.3	Recomendaciones del IEEE para instalaciones grado computador	59
3.4	Recomendaciones de IBM para instalaciones de centro de cómputo	59
3.5	Criterios para iluminación	62
3.6	Códigos y estándares.	63
CAPÍTULO 4	Memorias y especificaciones	64
4.1	Memoria descriptiva del proyecto	64
4.1.1	Tensión de suministro de la compañía suministradora	64
4.1.2	Tensión de distribución interior y exterior	64
4.1.3	Ubicación de Subestación Eléctrica	65
4.1.4	Ubicación de centros de carga, tableros generales y especiales	66
4.1.5	Capacidades de equipos	68
4.2	Memoria de cálculo técnico	69
4.2.1	Niveles de iluminación	69
4.2.2	Circuitos derivados	73
4.2.3	Alimentadores generales	88
4.2.4	Selección de interruptores	88
4.2.5	Selección de canalizaciones	88
4.2.6	Selección de Subestación Eléctrica	107
4.2.7	Corto-circuito	107
4.2.8	Diseño de Redes de Tierra	113
4.3	Especificaciones de equipos	120
4.3.1	Subestaciones	120
4.3.2	Tableros	121
4.3.3	Conductores	122
4.3.4	Planta de Emergencia	123
4.3.5	Luminarias	124
4.3.6	Sistema de Energía ininterrumpible	125
Conclusiones		127
Apéndice		128
Bibliografía		135

*"Yo aquí entrego a ti mi querido hermano
el pan de amor, la miel de flores,
el consejo del saber, y
la calma en tu semblante.*

*Más quisiera hablarte, pero tu oído
no me escucha,
más deseo entregarte mi amor,
pero tu corazón se cierra,
pero vendrá el día, y la fecha será testigo
de que lo que te digo es verdad... y que
en amor te bendigo "*

Quetzalcoatl

INTRODUCCIÓN

La evolución de la humanidad, está relacionada directamente con la utilización de la energía en sus distintas formas, los grandes avances de nuestra época, son posibles, gracias a la utilización de una de estas formas de energía, la eléctrica.

El incremento en la demanda de este tipo de energía ha sido constante y se ha convertido en un elemento vital, en cualquier proceso productivo, su uso no se limita sólo al industrial pues es ampliamente utilizado en otros campos, por ejemplo: hospitales, centros educativos, centros de cómputo, sistemas de comunicación, tiendas de autoservicio, centros de diversión, etc., donde en todos ellos se requiere un suministro constante de energía.

A partir de 1881 se inicia la electrificación del país, con la instalación de pequeñas plantas que daban servicio de alumbrado a industrias y casas de funcionarios de las mismas. La primera planta hidroeléctrica que se construye, es en el estado de Puebla, en Necaxa hacia el año de 1892, con un sólo generador que producía 20,000 KW, fundándose así, la Cia. Mexicana de Luz y Fuerza Motriz (capital inglés y sólo una pequeña parte canadiense); la parte central del país, la dominó en ese entonces, la Cia. De Luz y Fuerza del Centro, la parte norte, compañías americanas. Para el año de 1902 surge la Mexican Light Power Co. y 26 años después la American and Foreign Power Co. Es hasta el gobierno de Abelardo L. Rodríguez, cuando se inicia formalmente la creación de la Comisión Federal de Electricidad (2 de diciembre de 1933), y es hasta el gobierno del licenciado Adolfo López Mateos, cuando se proclama la industria eléctrica como propiedad del estado (27 de septiembre de 1960), adicionándose al artículo 27 constitucional bajo los siguientes términos:

"Corresponde exclusivamente a la nación, generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto, la prestación del servicio público. En esta

materia no se otorgan concesiones a los particulares y la nación aprovechará, los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines”.

Los grandes sistemas de Transmisión - Distribución de energía eléctrica, son necesarios entre la Planta Generadora y la Planta Consumidora, debido a las enormes distancias que hay entre ellas y a que son pocos los lugares propicios o idóneos para generar dicha energía en forma económica. Es necesario transmitir la energía eléctrica a tensiones muy altas, para reducir costos, por lo que la Comisión Federal de Electricidad ha establecido las siguientes tensiones:

Tensiones más usuales en México según especificación

provisional CFE 10000-12 Junio 1985

Tensiones nominales de generación

(*) Preferentes (V)	Restringidas (V)	Congeladas (V)
480 1),2),3),5)	440	
4160 1)		
13800 1),2),3),4)		
15000 3)	13200	
20000 3)		

(*) Tensión preferente, son aquellas que se deben utilizar en todo el sector eléctrico. Tensiones restringidas, aquellas que debido al grado de desarrollo y al valor de las instalaciones, no es posible eliminarlas siendo inevitable en el futuro aceptar algunas aplicaciones de las mismas.

Tensiones congeladas, son las que se van eliminando progresivamente hasta su desaparición operando la tensión preferente más próxima.

- 1) Uso en centrales geotermoeléctricas
- 2) Uso en centrales hidroeléctricas
- 3) Uso en centrales termoeléctricas
- 4) Para centrales hidroeléctricas se puede aceptar una tensión de generación superior a 13,800 V y conforme al diseño y tecnología para la fabricación de los devanados que emplee el proveedor del equipo. Dicha tensión puede ser de hasta 18,000 V.
- 5) Tensión nominal para el generador auxiliar.

Tensiones nominales de sistemas eléctricos (KV)		
Preferentes	Restringidas	Congeladas
0.120	85	2.4
0.127	138	4.4
0.220	161	6.9
0.240		11.8
13.8		20.0
23.0		44.0
34.5		60.0
69.0		66.0
115.0		70.0
230.0		90.0
400.0		95.0

Al salir de la Planta Generadora con un voltaje normalizado de 13,200 V, es necesario ayudarse de un transformador elevador, para transmitir la energía eléctrica a una tensión normalizada de 230,000 V con el fin de tratar de evitar al máximo las caídas de tensión. Esta tensión será llevada por unas líneas de transmisión a un transformador reductor de voltaje y salir a una tensión normalizada de 23,000 V; este voltaje puede ser utilizado en las grandes industrias o llegar a otro transformador reductor cuya tensión de salida es utilizada por algunas industrias, comercios, alumbrado público y en el sistema de transporte; o por medio

de un transformador de distribución, reducir el voltaje de alta tensión a baja tensión: 480/277, para uso industrial ó 220/127, 240/120 V para uso comercial y residencial, respectivamente.

Comisión Federal de Electricidad especifica en cuanto a tensiones, como baja tensión (utilización) las que no son mayores a 1,000 V, mediana tensión (distribución y utilización) las mayores de 1,000 V y hasta 34,500 V, y alta tensión (distribución y utilización) las mayores de 35,000 V.

Cuando el usuario cuenta con su propia subestación, esta puede manejar los siguientes niveles de tensión: Alta tensión 13.8, 23.0, 34.5, 69.0, 115 ó 230 KV y en baja tensión 480/277 ó 220 /127 V, dicha tensión es transmitida al interior del edificio para su utilización.

CAPÍTULO 1

RELACIÓN DE CONCEPTOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS

1.1 CRITERIOS GENERALES PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO ELÉCTRICO.

Las instalaciones eléctricas al igual que las, hidráulicas, sanitarias, de gas o las instalaciones especiales forman parte del grupo de instalaciones necesarias para el adecuado funcionamiento de cualquiera edificación, haciendo una analogía con el cuerpo humano, estas instalaciones serian los órganos vitales del mismo y aunque no se ven, son tan importantes que la falla de alguno de ellos, causa un serio problema.

Es por ello la importancia de proyectar adecuadamente un sistema de distribución de energía eléctrica que siga los criterios siguientes:

- Seguridad
- Confiabilidad
- Simplicidad
- Economía
- Protección y respaldo a nuestros equipos, (cargas críticas)
- Margen de crecimiento y de modificaciones, (Flexibilidad)

Seguridad.- Que evite, el riesgo de posibles accidentes a las personas ubicadas en los locales donde hay este tipo de instalaciones, al operador de los equipos, así como la protección misma del equipo. Diseñado de tal forma que no sea necesario trabajar con tensión. Canalizaciones y gabinetes sin partes vivas y con las partes metálicas aterrizadas, con equipo adecuado para la protección de los circuitos.

Confiabilidad.- Basada en el tipo de proceso, algunas plantas pueden tolerar interrupciones, otras no, en las cuales se podrá obtener un servicio confiable duplicando las líneas de alimentación e instalando equipo eléctrico de la mejor calidad disponible y uso de los mejores métodos de instalación.

Simplicidad.- El sistema debe ser tan simple como sea posible. Debiéndose considerar en la operación y mantenimiento del sistema de potencia lo siguiente:

- a) La mayoría de las interrupciones son el resultado de sistemas complicados.
- b) La experiencia demuestra que en sistemas complicados se cometen errores en una emergencia
- c) El sistema debe ser simple en las condiciones normales y de emergencia.

Economía.- El costo inicial debe incluir todas las partes del sistema a comparar; el de operación y mantenimiento, costo de fallas. El costo debe ser coherente con el tipo y operación de la planta. Existen factores fundamentales que permiten ahorros considerables por lo que el factor económico de una instalación será producto de:

- La correcta definición del proyecto
- Se ha efectuado un estudio de mercado adecuado para la adquisición equipos y materiales
- Se cuenta con un programa de trabajo bien estructurado
- Se tiene la mano de obra calificada
- Los tiempos de entrega de materiales y equipos, son los programados
- Se lleva un control estricto de la obra
- Existe una adecuada coordinación con las otras instalaciones.

Protección y respaldo a nuestros equipos.- La empresa suministradora de energía nos entrega una tensión nominal, que desde luego, tiene una ventana o rango de variaciones debido a la conexión y desconexión de cargas constantes, entre otras cosas, además la señal que nos entrega no es puramente senoidal; el caso más crítico ocurre en horas pico, cuando la demanda aumenta y es probable que la empresa suministradora, elimine carga y nos deje sin servicio o que por causas ajenas a esta, se interrumpa el mismo. Por tal motivo, existen equipos con diferente grado de protección enfocados a las cargas críticas como pueden ser: un sistema de energía ininterrumpible o una planta de emergencia.

Estas cargas críticas, son las que requieren un alto grado de continuidad del servicio, como son las líneas de producción continua, salas de cómputo, etc. Considerando para estas áreas un sistema: independiente, exclusivo y redundante.

Margen de crecimiento y adecuaciones.- Toda instalación eléctrica debe proyectarse y contemplar crecimientos futuros, así como la compañía suministradora debe prever márgenes de crecimiento de los consumidores. Es importante tomar en cuenta las expectativas de crecimiento en la demanda futura, para seleccionar las capacidades de los equipos a instalar como son: subestación eléctrica, transformador (nunca se selecciona en función a la demanda actual), tableros, centros de carga, canalizaciones, cableados, etc., esto no implica que las instalaciones se deban dejar aprovechables al 50% o menos, porque esto elevaría los costos y es probable que nunca se lleguen a utilizar al 100%, de aquí la importancia de contemplar el crecimiento en la demanda. Algunos proyectistas prefieren no aplicar el factor de demanda, quedando como reserva.

Es necesario cubrir todos estos puntos, aunque la limitante principal que se tendrá, es el costo que ello implica, por lo que, de la complejidad del local y del uso a que éste se destine, dependerá el que se apliquen estrictamente o no los puntos anteriores; de ahí la

importancia de tener bien definido un proyecto eléctrico, tomando en cuenta que hay equipos y procesos cuyo costo o importancia, rebasan los gastos que se puedan presentar inicialmente en una instalación. Como en el caso de las cargas críticas. En la actualidad, muchos procesos se están automatizando, lo que los hace más complejos y caros, pero con el fin de brindar mayor seguridad y menores riesgos. Se puede decir que las instalaciones eléctricas no cubrirán los mismos requisitos ni utilizarán los mismos materiales, sino que esto dependerá, de las condiciones a que serán sometidas, para elaborar correctamente un proyecto eléctrico.

Debido al uso y condiciones diversas que se da a las instalaciones eléctricas, se han creado normas y reglamentos que deben cumplirse, para garantizar las condiciones mínimas de operatividad y seguridad de las mismas. A continuación se mencionan algunas instituciones y normas vigentes que se deben de tomar en cuenta, para la realización de un proyecto.

1. IES Sociedad de Ingeniería e Iluminación (USA)
2. SMII Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación AC
3. Secretaria de Energía, Minas e Industria Paraestatal
4. NOM 003-SCFI Requisitos de Seguridad en Aparatos Electrodomésticos y Similares
5. NOM 008-SCFI Sistema General de Unidades
6. NOM J-169 Productos Eléctricos, Transformadores y Autotransformadores de Distribución y Potencia
7. NMX B-208 Industria Siderúrgica - Tubos de acero para la protección de conductores eléctricos (tubo conduit), tipo pesado
8. NMX B-209 Tubos de acero para la protección de conductores eléctricos (tubo conduit), tipo semipesado

9. NMX B-210 Tubos de acero para la protección de conductores eléctricos (tubo conduit), tipo ligero y extraligero
10. NMX J-10 Productos Eléctricos - Conductores - Conductores con aislamiento termoplástico a base de policloruro de vinilo, para instalaciones hasta de 600 V
11. NMX J-98 Tensiones Normalizadas
12. NMX J-294 Productos Eléctricos - Conductores - Resistencia de aislamiento - método de prueba
13. ANSI C-57 Transformadores de Potencia.

Actualmente está en vigor la Norma Oficial Mexicana NOM 001- SEMP-1994, para la normatividad de las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica.

" La presente Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas al suministro y uso de energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de servicio y seguridad para las personas y su patrimonio".

La Norma Oficial Mexicana, consta de una introducción y 14 capítulos subdivididos en dos partes, en la primera se establecen disposiciones técnicas que deben observarse en las instalaciones eléctricas, de aplicación general, para locales, equipos y condiciones especiales, en sistemas de comunicación y en alumbrado público, incluyendo un capítulo de tablas.

En la segunda parte, se incluyen las disposiciones técnicas que se deben aplicar a la instalación de subestaciones, de líneas eléctricas de suministro público, transportes eléctricos y otras líneas eléctricas y de comunicación ubicadas en la vía pública, así como a

instalaciones similares propiedad de los usuarios, lo cual se ha establecido, considerando, en principio que dichas líneas estarán operadas y mantenidas por personal idóneo. Estos capítulos se indican a continuación:

CAP. 1 DISPOSICIONES GENERALES

CAP. 2 DISEÑO Y PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

CAP. 3 MÉTODOS DE INSTALACIÓN Y MATERIALES

CAP. 4 EQUIPOS DE USO GENERAL

CAP. 5 AMBIENTES ESPECIALES

CAP. 6 EQUIPOS ESPECIALES

CAP. 7 CONDICIONES ESPECIALES

CAP. 8 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

CAP. 9 ALUMBRADO PÚBLICO

CAP. 10 TABLAS

CAP. 21 GENERALIDADES

CAP. 22 LÍNEAS AÉREAS

CAP. 23 LÍNEAS SUBTERRANEAS

CAP. 24 SUBESTACIONES

Los capítulos se dividen en secciones, estas a su vez en artículos, que contienen los requisitos sobre puntos específicos.

1.2 CÁLCULOS

1.2.1 CÁLCULO DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN

Para el caso de oficinas, bancos, centros de cómputo u otros locales, se pueden tomar criterios basados en la Norma Oficial Mexicana, o bien, en los niveles de iluminación

recomendados por la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación (SMII). Generalmente lo más funcional en centros de cómputo es el alumbrado fluorescente con algún controlente o difusor de baja luminancia ó brillantez.

La NOM-001-SEMP-1994, establece en la tabla 220-3(b) la carga mínima de alumbrado por metro cuadrado de área, estableciendo para Inmuebles de oficinas 35 VA**, Bancos 35 VA**, pudiendo utilizar estos parámetros para un análisis en un centro de cómputo.

**Cuando la cantidad real de contactos de uso general no es conocida se deben adicionar 10.75 VA por ese concepto.

La SMII establece los niveles de Iluminación mínimos en actividades que ocasionalmente se desarrollan bajo iluminación artificial, de forma tal que estos valores sean aplicables en forma económica en México (1).

(1)Este sistema está formado por los niveles de Iluminación con las siguientes características: un 95 % de rendimiento visual y cinco asimilaciones por segundo. Entendiéndose por cinco asimilaciones por segundo, el promedio de percepciones visuales de un objeto que puede hacer una persona por un segundo.

No existen valores en luxes para áreas específicas en centros de cómputo, pero si hacemos un análisis de operatividad y nos apoyamos en los valores recomendados por los fabricantes de equipos de cómputo y los especialistas en este ramo. Estos locales funcionan como áreas generales de oficinas o bancos. Hay que tomar en cuenta así mismo la iluminación y brillo emitido por las pantallas, podemos tomar así un nivel promedio entre 300 a 500 lux, medidos a 0.76 m del nivel de piso. Lo recomendable será 500 lux medidos a 0.7 m. del suelo.

Niveles de Iluminación en luxes para oficinas, escuelas y edificios públicos

Bancos:

- Vestibulo (iluminación general)	300
-----------------------------------	-----

Bibliotecas:

- Sala de lectura	400
-------------------	-----

- Archiveros y catálogos	400
--------------------------	-----

- Mesa checadora de salida y entrada de libros	400
--	-----

Salones de clase	400
------------------	-----

Oficinas:

- Contabilidad, auditoría, máquinas de contabilidad	900
---	-----

- Trabajos ordinarios de oficina	600
----------------------------------	-----

- Archivado intermitente o discontinuado	400
--	-----

1.2.2 CÁLCULO DEL NÚMERO DE LUMINARIOS Y TIPO ASÍ COMO SU DISTRIBUCIÓN

Conociendo los niveles de iluminación para cada área específica. A continuación presentamos una guía que nos facilitara el diseño de iluminación, que se resume en cuatro pasos.

- 1.- Determinación del área; necesidades de iluminación y factores operacionales.
- 2.- Selección del tipo de lámpara.
- 3.- Cálculo del número de luminarios requeridos.
- 4.- Determinación de la distribución de luminarios.

1.- Determinación de las necesidades del área por iluminar.

La selección del luminario/lámpara, así como la determinación del número de unidades,

está en función de la cantidad y calidad de iluminación deseada. Determinando los siguientes puntos:

- a) La cantidad de iluminación requerida.
- b) La calidad de la iluminación requerida, evitando deslumbramientos dentro del campo visual normal.
- c) Condiciones de mantenimiento; Atmosféricas, accesibilidad, manejo en el área.

2.- Selección del tipo de lámpara

Debemos considerar los siguientes aspectos para la correcta selección:

- a) Nivel de iluminación, para intensidades arriba de los 300 lux se recomienda lámparas de alta intensidad de descarga (HID), excepto cuando están dentro del campo visual del operador, ahí son recomendables las fluorescentes que son de bajo brillo. Para intensidades menores a los 300 lux podemos considerar todos los luminarios, la selección depende de otros factores.
- b) Accesibilidad, para lugares relativamente inaccesibles el vapor de mercurio puede ser una buena opción, por su larga vida y a las interrupciones de energía que se suscitan.
- c) Manejo del área, si tenemos como parámetro las horas de encendido al año, las de alta intensidad de descarga así como las fluorescentes son recomendables para más de 2000 hrs., y para menos de 2000 hrs. las incandescentes pueden ser el mejor sistema, dependiendo del área, altura de montaje y nivel luminoso requerido
- d) Otras consideraciones pueden ser; el costo de potencia consumido y la seguridad.

3.- Cálculo del número de unidades requeridas

Utilizando el método del lumen, que contempla una iluminación uniforme de una área específica interior. Este método toma en cuenta la cantidad de luz directa de la unidad así como la reflejada por techo, pared y piso. La limpieza y color de las superficies, las pérdidas en la emisión luminosa, debido a la absorción de techo, paredes y piso y la absorbida por el luminario a través, del factor llamado coeficiente de utilización.

Este coeficiente de utilización (CU) se obtiene estimando los factores de reflexión de techo, paredes y piso. El siguiente cuadro proporciona los factores aproximados de varias superficies.

Color	Factor de reflexión
Blanco, azul - verde, crema, azul, ante o gris muy claro	0.75
Azul verde, amarillo, ante o gris mediano	0.50
Gris oscuro, azul medio, azul oscuro, café, verde oscuro, acabados de madera tonos roble o caoba	0.10

Pasos básicos en el Método del Lumen (cavidad zonal)

- a) Determinar radios de cavidad
- b) Determinar reflectantes
- c) Determinar coeficiente de utilización
- d) Determinar el factor de mantenimiento
- e) Calcular el número de luminarios requeridos.

- a) Auxiliándose de la figura 1, se determina la profundidad apropiada de la cavidad de techo (h_{cc}), cuarto (h_{rc}) o piso (h_{fc}), y con la longitud y ancho del cuarto entramos a la tabla I (ver apéndice); determinando así el: Radio de cavidad de techo. Radio de cavidad de cuarto Radio de cavidad de piso.
- b) Para determinar la reflectancia efectiva de techo; se utilizan las reflectancias estimadas en techo, pared y piso, el radio de cavidad de techo o piso, y con estos datos se entra a la tabla II (ver apéndice).

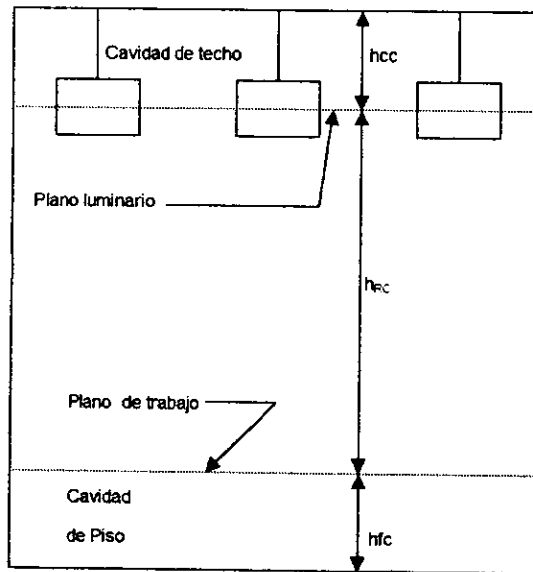


Figura 1. Método del lumen.

- c) El coeficiente de utilización se determina en el catálogo del luminario, previamente seleccionado, utilizando los factores siguientes: Radio de cavidad del cuarto (del inciso a), Reflectancia de la pared y Reflectancia efectiva de cavidad de techo (del inciso b).

NOTA: Los coeficientes de utilización se dan para una reflectancia efectiva de piso de 20%. Utilizando este factor para todos los casos, se obtendrán resultados razonables.

d) La determinación del factor de mantenimiento, contempla dos cosas:

- la depreciación luminosa ocurrida en la lámpara
- la acumulación de suciedad en la lámpara y el reflector

Consultar la tabla III (en el apéndice).

e) Cálculo del número de unidades requeridas

$$\text{Luminarios requeridos} = \frac{(\text{Nivel de iluminación})(\text{Área})}{(\text{Lumen por lámpara})(\text{CU})(\text{FM})}$$

Para obtener los lumens por lámpara, consultar tabla IV (ver apéndice) o directamente con los catálogos del fabricante.

4.- Determinación de la distribución de luminarios

No existe una fórmula o regla bien establecida, pero sí parámetros y arreglos que ayudan, como la relación que existe entre el largo y el ancho, que de alguna manera sería la misma que existirá, entre los luminarios. En todo caso, la distancia entre unidades, no debe exceder la altura de montaje entre éstos y el plano de trabajo. La distancia entre la pared y la primera unidad, no debe ser más de la mitad del espaciamiento entre unidades, y en situaciones en donde el trabajo es hecho inmediatamente adyacente a la pared, la distancia se debe reducir de tres a cuatro veces el espaciamiento entre unidades.

Es importante observar el espaciamiento máximo permisible con relación a la altura de montaje, si el número de unidades es insuficiente para llenar este requisito, hay que recalcular utilizando menor wattaje.

Existe otro método, que nos puede ser de gran utilidad: cuando se requiera iluminación suplementaria, al utilizar reflectores angulares para iluminar cuartos irregulares o cuando el uso de techo esta restringido. Este método es llamado de punto por punto para determinar los luxes en un punto específico del plano de trabajo.

Método punto por punto

- Determinar el nivel de iluminación recomendado por la SMII, según el uso del local
- Seleccionar el luminario adecuado, en función de las características del local.
- Consultar las curvas de distribución (curvas fotométricas), del luminario correspondiente, esta información la proporciona el fabricante.
- Utilizar las formulas siguientes:

$$\text{Luxes} = \frac{\text{Candelas}}{(\text{distancia})^2}$$

cuando la luz incide perpendicularmente en un punto, sobre la superficie.

$$\text{Luxes} = \frac{\text{Candelas} (\cos \theta)}{(\text{distancia})^2}$$

Cuando la luz incide con un ángulo θ , sobre la superficie.

De acuerdo a la figura 2.

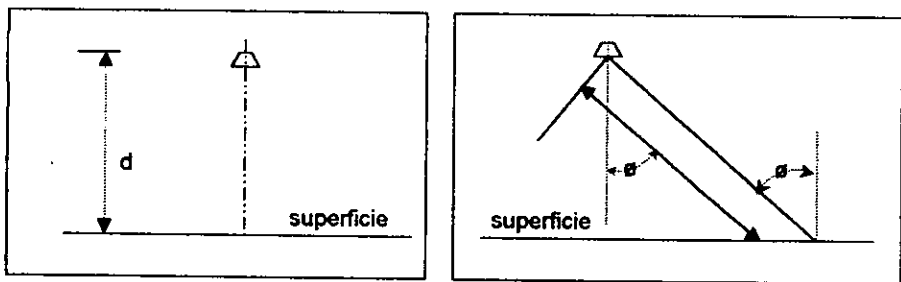


figura 2. Método punto por punto.

Las candelas (en el ángulo deseado), son encontradas con la curva de distribución luminosa del catálogo seleccionado.

1.3 PRECAPACIDADES DE EQUIPOS

En todos los proyectos eléctricos, existen dos tipos de cargas que se pueden identificar:

1) Aquellas que se pueden definir una vez que está terminado el proyecto arquitectónico y que son los servicios generales, como son:

- Elevadores, determinados en base al flujo de gente y a la carga que transportan, con ello se podrá determinar sus características eléctricas.
- Bombas para el agua, seleccionadas en base a los servicios que abastecen y a la presión que tengan que librar, determinando así sus características eléctricas.
- Los equipos de aire acondicionado y calefacción, seleccionados en base a las condiciones ambientales, la ubicación del edificio, la energía liberada por los equipos y personas, entre otras cosas, así se determinan las toneladas de refrigerante y con ello su potencia.
- Alumbrado de estancias, lobbies, pasillos, escaleras, estacionamientos, etc., determinándose la potencia en Watts.

2) Aquellas que se deben estimar para su uso futuro. Apoyándose en las NOM. uso de cargas típicas por área, con datos tomados de industrias similares a la proyectada.

a) La Norma Oficial Mexicana, que en su artículo 220 especifica que la carga mínima de alumbrado por metro cuadrado; considerando sólo las áreas cubiertas (del edificio, departamento o local), sin incluir pórticos, garajes, ni otros espacios, donde sólo se requiera alumbrado momentáneamente, a no ser que a futuro su uso sea diferente; será según la tabla 220-3 b), que muestra las condiciones de carga mínima y para un factor de potencia del 100%, siendo posible que no provean una capacidad suficiente para la instalación proyectada.

Tabla 220-3 b) Cargas de alumbrado general

Tipo de local	Unidad de carga en (VA) por m ²
** Bancos	30
** Inmuebles de oficina	35

Para el caso de cargas estimadas se podrán elaborar índices de watts o VA por m² en base a instalaciones conocidas o apoyarse en densidades de carga ya estimadas para las industrias por algunas empresas, el cuadro siguiente muestra algunos datos.

** Cuando la cantidad real de contactos de uso general es desconocida, se deben adicionar 10.75 VA por ese concepto.

b) Para otro tipo de cargas de todo tipo de locales, la carga mínima para salidas de contactos de uso general, debe observar:

- El valor de la corriente nominal del aparato o la carga alimentada, excepto para una carga de motor.
- La carga para un motor, basada en el valor nominal de placa o bien en las tablas: 430.147, 430.148 y 430.150 de la NOM.
- El valor nominal máximo en VA del equipo, más las lámparas para luminarios empotrados.
- Para portalámparas de servicio pesado, 600 VA.
- Para lámparas instaladas en rieles decorativos, por cada 609.6 mm de longitud, se deberá considerar un máximo de 180 VA.
- Otras salidas, considerar 180 VA por salida.

DENSIDADES DE CARGA ESTIMADAS EN VARIAS INDUSTRIAS (E.U.)
(ALUMBRADO Y FUERZA)

DESCRIPCIÓN	VA/M2
Fábrica de Papel	150
Fábrica Textil	130
Taller Reparador de Maquinas. Fabricación de pequeños aparatos	80
Manufactura de lámparas	54
Manufactura de peq. comp.	38

Los fabricantes de equipo de cómputo recomiendan un promedio de 30w por metro cuadrado para alumbrado. Para fuerza es necesario auxiliarse de las guías mecánicas ó equipos específicos seleccionados por el vendedor de equipo de cómputo.

1.4 NORMATIVIDAD

MOTORES

A) Generalidades

Para la selección de conductores o para seleccionar la capacidad de los interruptores, cortocircuito, protecciones por falla de fase, etc., se debe tomar la corriente de operación del motor como base así como lo expuesto en las tablas 430-147, 430-148 y 430-150 de la NOM, en lugar de las indicadas en la placa de especificaciones del motor. La protección de sobrecarga del motor deberá ser seleccionada con base en sus datos de placa, excepto para motores de velocidades múltiples.

Los motores deben ubicarse de manera que tengan una ventilación adecuada y que el mantenimiento tal como lubricación de soportes y reemplazo de escobillas, pueda hacerse fácilmente. En lugares donde el polvo o material que flote en el ambiente pueda depositarse sobre o dentro del motor afectando su ventilación, se deberán emplear motores tipo cerrado que no se sobrecalientan al trabajar en esas condiciones.

B) Conductores para Circuitos de Motores

NOM 430-22: Para un sólo motor de corriente alterna, los conductores deberán tener una capacidad no menor a 125% de la corriente nominal del motor a plena carga.

NOM 430-24: Varios motores o motores y otras cargas. Los conductores deberán tener una capacidad de conducción de corriente igual a la suma de las corrientes nominales a plena carga de los motores, más el 25% de la corriente nominal del motor mayor, más la corriente nominal de las otras cargas.

C) Protección de Sobrecarga de Motores y Circuitos Derivados

NOM 430-32: Para motores de servicio continuo de más de 746 W (1 HP), la protección contra sobrecarga se hará por uno de los medios siguientes:

1) Un dispositivo separado de sobrecarga cuya corriente nominal no será mayor que los siguientes porcentajes de la corriente a plena carga:

Motores con factor de servicio no menor de 1.5 _____ 125%

Motores con aumento de temperatura no menor de 40°C _____ 125%

Todos los demás motores _____ 115%

2) Un protector térmico integrado al motor cuya corriente de disparo no deberá exceder de los siguientes porcentajes en función a los porcentajes a plena carga del motor expuesto en las tablas 430-148 y 430-150 de la NOM:

Motor a carga plena cuya corriente sea menor a 9.0 A _____ 170%

Motor a carga plena con corriente de operación entre 9.1 y 20 A _____ 156%

Motor a carga plena con corriente de operación mayor a los 20 A _____ 140%

D) Protección del Circuito Derivado del Motor Contra Cortocircuito y Falla de Tierra.

NOM:430-52: El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, deberá ser capaz de soportar la corriente de arranque del motor. Consultar en la tabla de la NOM 430-152, los valores máximos de los dispositivos de protección contra circuito corto y falla a tierra del circuito derivado.

Excepción cuando los valores especificados en la tabla 430-152 no son suficientes para la corriente de arranque del motor:

1) La capacidad de un fusible del tipo sin retardo y no mayor de 600 A, podrá ser aumentado pero en ningún caso sobrepasar el 400% de la corriente nominal del motor.

2) El ajuste de un interruptor termomagnético de tiempo inverso puede aumentarse pero no exceder: a) 400% de corriente a carga plena de 100 A o menos.
b) 300% para corrientes a carga plena de 100 A o mayores.

E) Protección del Alimentador del Motor Contra Cortocircuito y Falla a Tierra.

NOM 430-62: Un alimentador que sirve a una carga fija y específica de motores, deberá estar provista de un dispositivo de protección de valor nominal o ajuste no mayor de la capacidad o ajuste del mayor de los dispositivos de protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra de cualquiera de los motores del grupo, más la suma de las corrientes a carga plena de los otros motores del grupo.

F) Circuitos de Control de Motores.

NOM 430-72: Un circuito de control de motor, derivado del lado de la carga de un dispositivo o dispositivos de protección contra cortocircuitos y falla a tierra de un circuito derivado de motor y que controle el motor o motores conectados al circuito, será protegido contra sobrecorriente.

NOM 430-74: Los circuitos de control de motor se dispondrán de forma que sean

desconectados de todas las fuentes de suministro, cuando los medios de desconexión están en la posición de abierto.

G) Controles de Motores.

NOM 430-81: El término "control" comprende cualquier interruptor o dispositivo normalmente utilizado para el arranque y parada del motor, actuando y frenando la corriente del circuito del motor.

NOM 430-82: 1) Todo control debe ser capaz de poder arrancar y parar al motor que controla y de interrumpir la corriente de rotor bloqueado del motor.

2) Un arrancador de autotransformador tendrá una posición de abierto, una posición de marcha y, por lo menos, una posición de arranque.

NOM 430-83: 1) El control tendrá una capacidad nominal en Watts a la tensión de suministro que no ser menor que la del motor con las excepciones siguientes:

a) Para los motores estacionarios no mayores de 1492 W (2 HP) y de 300 V o menos, el control puede ser un interruptor de uso general que tenga una capacidad en amperes de por lo menos el doble de la corriente a carga plena del motor.

b) Un interruptor automático de tiempo inverso, puede ser utilizado como control; cuando este interruptor automático se utiliza también como protección contra sobrecorriente, deberá cumplir con las disposiciones de esta sección, que rigen la protección contra sobrecorriente.

2) Un arrancador con tensión determinada como 220 o 440 V se deberá utilizar únicamente para el rango establecido, sin exceder la tensión para el cuál se tiene el arrancador.

NOM 430-84: Cuando el control sirva también como dispositivo de desconexión, deberá interrumpir todos los conductores vivos del motor de acuerdo con lo previsto en la sección 430-11.

NOM 430-87: Cada motor estará provisto de un control individual, excepto para los motores cuyo rango sea de 600 V o más, un sólo control de capacidad nominal no menor que la suma de los valores nominales en Watts de todos los motores del grupo, puede servir al grupo de motores bajo cualquiera de las condiciones siguientes:

- 1) Cuando varios motores accionen diferentes partes de una misma máquina o partes de un aparato, tales como máquinas para trabajar madera y metales, grúas, elevadores, y aparatos similares.
- 2) Cuando un grupo de motores esté, protegido por un dispositivo de sobrecorriente, tal como se permite en la sección 430-55 inciso a).
- 3) Cuando un grupo de motores esté, instalado en el mismo local y estén todos a la vista desde el control.

H) Centro de Control de Motores

Un centro de control de motores es un ensamble de una o más secciones de gabinetes que cuentan con una barra común de alimentación y que principalmente están formados con unidades o secciones de controladores de motores.

I) Medios de Desconexión

NOM 430-102: 1) Un medio de desconexión deber ser instalado a la vista desde la posición del control y deberá desconectar a éste.

2) Un medio de desconexión deberá ser ubicado a la vista desde la localización del motor y su control.

NOM 430-103: Los medios de desconexión deberán abrir todos los conductores aislados de alimentación y no deberán permitir que una fase o polo pueda ser operado en forma independiente. Los medios de desconexión pueden estar en el mismo gabinete de control.

NOM 430-109: Los medios de desconexión deberán ser uno de los siguientes tipos: un interruptor de navajas con capacidad nominal en caballos de potencia o un interruptor termomagnético abierto o en caja, con o sin protección térmica y magnética.

NOM 430-110: Los medios de desconexión para circuitos de motores de voltaje nominal de 600 V o menos, deberán tener una capacidad en amperes no menor al 115% de la corriente a carga plena del motor.

NOM 430-111: Un desconectador (interruptor de navajas) o un interruptor automático que cumpla con las disposiciones de la sección 430-83 puede ser utilizado a la vez como medio de desconexión y como control, siempre que interrumpa todos los conductores vivos del motor que está protegido y contar con el dispositivo de sobrecorriente (que pueden ser los fusibles del circuito derivado), y que sea uno de los tipos siguientes:

- 1) Interruptor en aire accionado manualmente.
- 2) Un interruptor termomagnético de tiempo inverso accionado manualmente.
- 3) Un interruptor en aceite.

EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

A) Disposiciones Generales

NOM 440-2: Definición; motor compresor hermético refrigerante: es una combinación consistente de un compresor y motor encerrados en el mismo recipiente sin ojo externo o sello de ojo, el motor opera dentro del mismo refrigerante.

La corriente nominal para un motor de un compresor hermético refrigerante es la corriente resultante cuando esta trabajando a su carga, tensión y frecuencia nominales del

equipo que sirve.

NOM 440-4: Los equipos con varios motores y carga combinada, deberán estar provistos de una placa de características visibles que indique el nombre del fabricante, capacidad nominal en Volts, frecuencia nominal, el número de fases, la capacidad de corriente mínima del circuito y el valor máximo nominal del dispositivo de protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra. La capacidad de corriente deberá calcularse según se anota en la parte D) y teniendo en cuenta todos los motores y demás cargas que funcionen al mismo tiempo.

B) Medios de Desconexión

- NOM 440-42:
- 1) Un medio de desconexión que controla una unidad sellada, debe ser escogida con base en la corriente de carga nominal indicada en la placa de características o con base a la corriente seleccionada para el circuito derivado, según la que sea mayor, y de la corriente de rotor bloqueado respectivamente, según se indica:
 - a) La capacidad de corriente nominal debe ser por lo menos un 115% de la corriente de carga nominal indicada en la placa de características, o de la corriente seleccionada para el circuito derivado, según la que sea mayor.
 - b) Para obtener los Watts equivalentes, en cumplimiento a la sección 430-109, se utilizarán las tablas 430-148 o 430-150, para la selección se debe escoger un valor de Watts por lo menos igual al más grande de los valores obtenidos.

C) Protección de los Circuitos Derivados Contra Cortocircuito y Falla a Tierra

NOM 440-22: Los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito del circuito derivado, para los motores de compresor hermético refrigerante, deben ser capaces de transportar la corriente de arranque del motor. Se considerará que se ha obtenido la protección adecuada, cuando este dispositivo tenga un valor nominal o de ajuste que no exceda el 175% de la corriente de selección del circuito derivado, cualquiera que sea mayor. En caso de que la protección especificada no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, el valor puede ser aumentado, pero no deberá ser mayor de 225% de la corriente de carga nominal del motor o de la corriente de selección del circuito derivado, según la que sea mayor. Excepción, el valor nominal del dispositivo protector contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado, no será menor de 15 A.

Para cargas combinadas, en la protección contra cortocircuito debe tenerse en cuenta la protección de la unidad sellada más grande, más la suma de la corriente de la carga nominal o la selección del circuito derivado y el valor nominal de las otras cargas alimentadas.

D) Conductores del Circuito Derivado

NOM 440-32: Los conductores de un circuito derivado que alimentan un sólo motor de compresor hermético refrigerante, deben tener una capacidad de corriente no menor que el 125% de la corriente de carga nominal de la unidad sellada o de la corriente de selección del circuito derivado, la que sea mayor.

NOM 440-33: Los conductores que alimentan una o más unidades con o sin cargas adicionales de motores, deben tener una capacidad de corriente no menor que la suma de valores de corriente de carga nominal o de la corriente de selección del circuito derivado, según cuál sea mayor de todas las unidades selladas, más la corriente de carga plena de los

otros motores y más el 25% del mayor valor nominal de motor o de la unidad sellada del grupo.

E) Controles para Motores de Compresor

NOM 440-41: Un control de la unidad sellada debe tener al mismo tiempo una corriente nominal de carga plena para servicio continuo y una corriente nominal de rotor bloqueado, no menores que la corriente de carga nominal indicada en la placa de características o de la corriente de selección del circuito derivado. En caso de que el control del motor esté calibrado en CP, pero no lleve indicación de una o ambas corrientes nominales, basarse en las tablas 430-148 y 430 150 para determinar el valor nominal de la corriente de rotor bloqueado.

F) Protección Contra Sobrecarga de Motores de compresor y de los Circuitos Derivados

NOM 440-52: Cada motor de compresor debe estar protegido contra sobrecargas y fallas en el arranque por uno de los medios escritos a continuación:

- 1) Un relevador de sobrecarga separado que sea adecuado para la corriente de la unidad. Este dispositivo debe escogerse para dispararse a no más de 140% de la corriente de carga nominal.
- 2) Un protector térmico que forme parte integral de la unidad sellada, registro para usarse con la unidad sellada que protege, con el objeto de evitar un sobrecalentamiento peligroso provocado por sobrecargas y fallas de arranque.
- 3) Un fusible o interruptor de tiempo inverso sensible a la corriente del motor, el cuál puede servir también como dispositivo de protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra. Este dispositivo debe tener una capacidad nominal no mayor del 125% de la corriente de carga nominal del motor de compresor; debe tener suficiente retardo de tiempo para permitir que el motor de compresor arranque y acelere su carga

- 4) Un sistema de protección suministrado o especificado y registro para usarse con el motor de compresor.

NOM 440-53: Los relevadores de sobrecarga y otros dispositivos para protección de motores contra sobrecarga, que no son capaces de interrumpir corrientes de cortocircuito, deberán protegerse con fusibles o interruptores de tiempo inverso, de capacidad o ajuste de acuerdo a la parte C.

EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS Y CÓMPUTO ELECTRÓNICO.

NOM 645-5: a) Los conductores derivados que alimentan a una o más unidades de un sistema de procesamiento de datos, tendrán una capacidad no menor de 125% del total de la carga conectada.

b) Los cables de fuerza, cables de comunicaciones, cables de conexión, cables de interconexión y contactos asociados con el equipo, serán permitidos debajo de pisos falsos si éste es de construcción adecuada y el área bajo el piso es accesible, los conductores estén en tubería rígida metálica, ducto metálico, charolas o canalización metálica. Las aberturas para cables en los pisos falsos protegen los cables contra abrasiones y minimizan la entrada de basuras debajo del piso.

NOM 645-10: Se proveerá un medio de desconexión de suministro de energía a todo el equipo eléctrico, en la sala de cómputo electrónico. Deberá también haber un medio similar para desconectar el suministro de energía a todo el sistema de A.A., dedicado a servir el área y causar que todas las compuertas contra humo y fuego se cierren. Estos desconectores deben estar identificados y estar en un sitio de fácil acceso respecto a la puerta de salida.

Se permite un medio único de controles para ambos, el sistema de equipo electrónico y el sistema de aire acondicionado.

NOM 645-11: Los sistemas de energía ininterrumpible (U.P.S.) que están dentro de áreas de procesamiento de datos y cómputo electrónico y sus circuitos de alimentación y de salida deberán cumplir con la sección 645-10. Los medios de desconexión deberán también desconectar la batería de su carga.

NOM 645-15: Todas las partes metálicas expuestas, que no transporten corriente, de un sistema de procesamiento de datos y cómputo electrónico y sus circuitos de alimentación y de salida deberán estar conectados a tierra de acuerdo con el artículo 250 o ser de doble aislamiento.

SISTEMAS DE EMERGENCIA

A) DISPOSICIONES GENERALES

NOM 700-1: Un sistema de emergencia debe suministrar automáticamente iluminación y/o fuerza a las áreas críticas y equipos, en los casos de falla de suministro normal de energía eléctrica o en caso de falla de los elementos del sistema que suministra, distribuye y controla la fuerza y la iluminación necesaria para la seguridad de la vida humana.

NOM 700-5: Los sistemas de emergencia deben tener la capacidad nominal adecuada para la operación simultánea de todas las cargas.

NOM 700-6: Los equipos de transferencia deben ser automáticos e identificados para el uso de emergencia. Los equipos de transferencia deben ser diseñados e instalados para prevenir la interconexión accidental de la alimentación normal y la fuente de emergencia en cualquier operación del equipo de transferencia.

B) ALUMBRADO DE CIRCUITOS

NOM 700-9

A) Todas las cargas y cubiertas para circuitos de emergencia deben ser marcadas de tal manera que puedan ser identificados fácilmente

B) El cableado de emergencia debe ser mantenido completamente independiente de cualquier otro alambrado y equipo y no debe pasar por la misma canalización, cable, caja o gabinete de otro alambrado.

C) FUENTE DE ENERGÍA.

NOM 700-12: El suministro de energía debe de ser tal que, en caso de falla de suministro normal al inmueble, el alumbrado, la fuerza de emergencia o ambos están disponibles en menos de 10 segundos. El sistema de emergencia puede ser alguno de los sistemas siguientes.

a) **Baterías.** Las baterías utilizadas como fuente de potencia para sistemas de emergencia deben ser de régimen y capacidad adecuados para suministrar y mantener la carga total de los circuitos que alimentan el alumbrado y la fuerza de emergencia, durante el periodo de por lo menos una hora y media, sin que la tensión aplicada a la carga caiga por debajo de 87.5% de lo normal. No se debe utilizar baterías de uso automotriz se debe proveer un medio de carga automática de las baterías.

b) Un grupo generados accionado por fuerza motriz de cualquier tipo, aceptable por la autoridad competente y de capacidad de acuerdo con lo señalado en la sección 700-5. Se deben proveer medios para el arranque automático de la fuerza motriz cuando falle el servicio requeridos. Se debe proveer un dispositivo con ajuste mínimo de tiempo de 4 minutos para impedir la retransferencia en caso de restablecimiento, en un corto tiempo, del suministro normal de la fuerza.

Cuando la batería se usa para energizar sistemas de control o señalamiento o como medio de arranque de la fuerza motriz, esta debe ser adecuada para el uso, y estar equipada con medios de carga automática independiente del grupo generadores.

c) Sistema de Energía Ininterrumpida (U.P.S.) Los U.P.S. utilizados para suministrar energía a sistemas de emergencia, deben cumplir con lo establecido en 700-12 a) y b).

d) Acometida separada. Donde sea aceptado por las autoridades competentes, debe ser permitida una segunda acometida eléctrica.

D) CIRCUITOS DE EMERGENCIA PARA ALUMBRADO Y FUERZA.

NOM 700-15: Los circuitos de alumbrado de emergencia no deben alimentar aparatos ni lámparas que no sean los especificados como necesarios para su utilización en servicios de alumbrado de emergencia.

NOM 700-18: Los circuitos derivados que alimenten equipos clasificados como de emergencia, deben tener una fuente de alimentación de emergencia a la cual sea transferida automáticamente e inmediatamente la carga cuando falle el suministro normal.

NOM 700-21: Todos los interruptores manuales que controlen circuitos de emergencia deben estar ubicados en lugares convenientes para las personas autorizadas responsables de su control.

NOM 700-25: Los dispositivos contra sobrecorriente de los circuitos derivados en circuitos de emergencia, deben ser accesibles solamente a personas autorizadas.

NOM 700-26: La fuente alterna de los sistemas de emergencia no requiere protección contra fallo a tierra de equipo.

1.5 SELECCIÓN DE LA TENSIÓN

Es importante seleccionar la más adecuada en cada uno de los niveles (baja y media tensión) debido a que esto influye directamente en la economía en la selección de equipos, así como en la expansión de la planta. Los puntos siguientes nos servirán de apoyo:

- Las tensiones normalizadas de distribución existentes, según la NOM J-98-1978

Preferente (KV)	Congeladas (KV)
0.120	2.4
0.127	4.4
0.220	6.9
0.240	11.8
13.800	20.0
23.000	
34.500	

- La tensión utilizada en los equipos. En la actualidad los voltajes 440 V/254 V, son muy populares en los sistemas de distribución para fuerza y alumbrado en general, mientras que los voltajes de 220 V/127 V, son muy utilizados en equipos de oficina y en alumbrado.

1.6 DATOS QUE PROPORCIONA LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA

Durante la planeación de un sistema eléctrico industrial es importante tomar lineamientos o datos que nos proporciona la compañía suministradora, las cuales serán factores determinantes en el desarrollo del proyecto, estos son:

- a) Tensión de suministro ó tensiones disponibles.
- b) Ruta de las líneas y punto de suministro

- c) Tarifas
- d) Opciones en el suministro: con subestación.
- e) Espacio de la subestación si la provee la compañía.
- f) Corto circuito y características del sistema en el punto de suministro
- g) Requerimientos para medición.
- h) Tipo de aterrizado en el sistema de suministro.
- i) Requerimientos de coordinación con el sistema de protección de la compañía suministradora.
- j) Datos de confiabilidad de la red, si es necesario
- k) Alimentaciones de respaldo, de ser necesarias

Es importante tener en cuenta el tamaño de la carga de la industria ó comercio y hacerlo saber lo más pronto posible a la empresa suministradora debido a que si la carga es grande la empresa debe planear los cambios a su red de distribución.

1.7 LOCALIZACIÓN

1.7.1 LOCALIZACIÓN DE CONTACTOS

Para su ubicación, se debe tomar en cuenta el siguiente criterio, basados en la NOM.

- a) La localización de salidas para contactos, debe de ser suficiente, para cubrir las necesidades particulares de cada local, independientemente de satisfacer las disposiciones normativas expedidas por las autoridades rectoras en este tipo de construcciones.

Los fabricantes de equipo de cómputo recomiendan instalar tantas salidas como sean necesarias según la distribución de equipos como: C.P.U., Impresoras, Lectoras, etc.

1.7.2 LOCALIZACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA Y TABLEROS

La consideración mas importante que hay que tomar en cuenta para la ubicación de la subestación o tableros es su cercanía a las áreas por servir mientras mas cerca se localicen menores serán los costos del sistema de distribución. Es importante considerar así mismo:

- La localización de los centros de consumo dentro de la planta
- La trayectoria de las líneas de acometida.
- La facilidad de acceso para equipos y personal.
- El tipo de terreno y consistencia del suelo.
- El grado de contaminación.
- El espacio para ampliaciones futuras.

NOM 300-5

a) Los ductos metálicos rígidos, de metal intermedio u otras canalizaciones, deben instalarse de manera que cumplan con las siguientes profundidades mínimas:

En zanjas protegidas por concreto de 50 mm de espesor	Bajo edificio	Bajo banqueta de concreto con espesor min. de 10 cm	En terreno arrollado rocoso
0.15 m	Solo canaliz.	0.1 m en canalización	0.6 m

b) Los cables subterráneos instalados bajo un inmueble, deben colocarse en una canalización, que se extienda más allá de las paredes externas del inmueble.

Los tableros al igual que las Subestaciones, deben considerar el centro geométrico de las cargas, como ya se mencionó, mientras más cerca estén de estos los costos se abatirán. Si fuera el caso de un edificio de varios niveles es común que se ubiquen cerca del ducto de instalaciones. La NOM-1994 especifica lo siguiente:

- Se deben instalar en cuartos o espacios destinados para tal equipo (aunque no es obligatorio tener un cuarto exclusivo)
- Los tableros de distribución se deben ubicar en lugares donde se reduzca al mínimo la propagación de fuego a materiales combustibles adyacentes.
- Debe de existir un espacio de 0.9 mts. o mayor, entre la parte superior de cualquier tablero de distribución y un cielo falso combustible.

1.7.3 DUCTOS Y TRAYECTORIAS DE TUBERIAS DE ALIMENTADOR GENERAL

Las trayectorias de las canalizaciones, así como la ubicación de algunos equipos eléctricos, deben estar bien coordinados con el desarrollo del proyecto arquitectónico, de esto dependerá las características de las canalizaciones a utilizar, según su ubicación y recorridos, respetando los parámetros e indicaciones de la Norma Oficial Mexicana. Las trayectorias de las canalizaciones de los alimentadores en baja tensión pueden ser aparentes u ocultas en plafon para interiores.

Observándose que cada tablero derivado se alimente por separado desde el tablero general y la trayectoria de las alimentaciones eléctricas de preferencia sean por circulaciones, vestíbulos o áreas generales para interiores. En áreas exteriores se llevaron de preferencia en forma paralela a los ejes del edificio y a las demás instalaciones, evitando cruces o interferencias con cisternas, trincheros, etc.

Para superficies exteriores de edificios, se permitirán las trayectorias sólo para circuitos no mayores de 600 V utilizando alguna de las siguientes canalizaciones: en charolas, ductos, tubería rígida metálica, tubería metálica flexible, tubería metálica flexible hermética al líquido, tubo conduit flexible no metálico y electroducto. Las charolas en superficies exteriores de edificios, deben ser a prueba de lluvia y tener forma de drenarse.

NOM 230-32: La obra civil para acometidas subterráneas en baja tensión debe contar, cuando se trate de acometida exterior, con un registro ubicado en el punto de derivación de acuerdo a las normas del suministrador, en el caso de concentraciones en el interior, los ductos deben comunicarse con otro registro dentro del inmueble de las mismas dimensiones. Donde se efectúen cambios de dirección hacia los equipos de medición, debe hacerse un registro.

Tensión del circuito	Cables directamente enterrados (mm)	Tubo conduit no metálico rígido (mm)	Tubo conduit rígido e intermedio (mm)
Más de 600V-22KV	750	450	150
Más de 22KV-40KV	900	600	150
Más de 40KV	1100	750	150

En áreas sujetas a tráfico de vehículos, tales como casetas de cobro o áreas de estacionamiento comerciales, se debe tener una profundidad mínima de 610 mm.

c) Protección contra daños. Los conductores que salen del suelo deben ser colocados dentro de canalizaciones aprobadas. Las canalizaciones instaladas en postes deben de ser de tubo metálico rígido, tubo metálico intermedio, tubería de PVC cédula 80 u otra equivalente, y extendiéndose desde el nivel de la tierra hasta un punto a 2.5 mts. por encima del piso terminado.

1.8 COORDINACIÓN DE LAS LUMINARIAS CON SALIDAS DE AIRE ACONDICIONADO, SISTEMAS CONTRA INCENDIO Y OTRAS INSTALACIONES.

Es muy importante que exista desde el inicio del proyecto de las instalaciones una coordinación muy estrecha del proyectista de instalaciones, eléctricas con los distintos proyectistas de las diversas especialidades de Hidráulica y sanitaria, acondicionamiento de

aire, telecomunicaciones y obra civil. Con el propósito de dejar espacios disponibles para canalizaciones, ductos, registros, equipos, luminarios, salidas de aire acondicionado bocinas etcétera, que cubran las necesidades específicas ante todo.

CAPÍTULO 2

DESARROLLO DE UN PROYECTO

2.1 ELABORACIÓN DE PLANOS

Estos planos son una descripción gráfica de trayectorias de canalizaciones, alimentadores, tipos de equipos y salidas eléctricas etc. Nos describen las características de estas, su ubicación, y según sea el plano nos describe la distribución de los circuitos. Pueden manejarse como planos individuales para cada rubro, incluso por más de uno. Existen una serie de características que deben contener dichos planos para su mejor interpretación, en general, para las instalaciones eléctricas se resumen en:

A) Un cuadro de referencia donde se indiquen los datos siguientes:

- I. Datos de la empresa que coordina el proyecto.
- II. Datos del propietario.
- III. Ubicación del inmueble.
- IV. Nombres de quien proyecto, lo aprueba, revisa y dibujante.
- V. Fecha de los planos.
- VI. Nombre descriptivo del plano.
- VII. Nivel o piso al que hace referencia el plano.
- VIII Número de plano
- IX. Escala del plano

B) Prever un espacio adecuado para inscribir el sello y firma, nombre de la unidad de verificación de Instalaciones Eléctricas.

C) Detalles, los cuales deben dimensionarse adecuadamente de forma que sea fácil

su revisión. Debiendo marcarse todas las escalas que se utilicen.

D) Acotaciones, las cuales se deben especifican en el sistema métrico decimal, especificando su unidad respectiva.

E) Ejes consultivos, horizontales (especificados generalmente con números naturales) y verticales (especificados con las letras del abecedario) para una referencia más rápida.

F) Relación de símbolos y abreviaturas utilizadas a lo largo del proyecto.

G) Croquis de localización de la instalación. En el caso de no poder dibujarse con detalle en un solo plano, deberá existir un croquis o plano que muestre la correspondencia entre los diversos planos que se envíen.

H) Debe coincidir lo indicado en diagrama unifilar con lo especificado en vistas de planta, detalles, listas de carga, etc.

I) Notas alusivas a determinados puntos que pudieran crear confusiones, ó ayuden al mejor manejo de los planos.













J) Los planos deberán presentarse dibujados a tinta sobre copias de maduros: Alumbrado, contactos, fuerza, alimentadores generales y pararrayos.

K) Los planos deberán presentarse dibujados a tinta y en papel albanene; Diagramas unifilares, subestación eléctrica, cortes, detalles y cuadros de cargas.


L) Las dimensiones de los planos deben ser; 70x110, 55x70, 35x55, 28x40 y 21.5x28 cms.


A continuación se indica una serie de símbolos y abreviaturas utilizadas con mayor frecuencia en los planos para instalaciones eléctricas.


SIMBOLOGÍA


- | | |
|---|--|
|  | TABLERO DE ALUMBRADO (CENTRO DE CARGAS), CON INTE ---
RRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS. MCA. SQUARE'D, PARA SERVICIO
NORMAL. |
|  | TABLERO DE ALUMBRADO (CENTRO DE CARGAS), CON INTE ---
RRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS. MCA. SQUARE'D, PARA SERVICIO
DE EMERGENCIA. |
|  | LUMINARIA FLUORESCENTE DE EMPOTRAR EN PLAFON FALSO, TIPO
PARABOLICA CON BALASTRO ELECTRÓNICO, DE 3x32 W, 277 VOLTS,
MCA. HUBBELL, CAT. RD3GCZAF-E4C, PARA SERVICIO NORMAL,
A 2.75 mts. S.N.P.T. EL GABINETE SE UTILIZARA PARA RETORNO
DE AIRE. |
|  | LUMINARIA FLUORESCENTE DE EMPOTRAR EN PLAFON FALSO, TIPO
PARABOLICA CON BALASTRO ELECTRÓNICO DE EMERGENCIA CON
BATERIA EN EL MODO DE EMERGENCIA Y CARGADOR DE BATERIA
AUTOMÁTICO, DE 2x32W, 277V, MCA. HUBBELL, CAT. RD3GCZAF-E4C
PARA SERVICIO DE EMERGENCIA A 2.75 mts. S.N.P.T. EL GABINETE
SE UTILIZARA PARA RETORNO DE AIRE. |
|  | LUMINARIA FLUORESCENTE DE EMPOTRAR EN PLAFON FALSO, TIPO
PARABOLICA CON BALASTRO ELECTRÓNICO, CON DOS LÁMPARAS
TIPO "U" 2x32 W, 277 V, MCA. HUBBELL CAT. RA2GCZBC-A4C
PARA SERVICIO NORMAL A 2.75 mts. S.N.P.T. EL GABINETE SE
UTILIZARA PARA RETORNO DE AIRE. |
|  | LUMINARIA FLUORESCENTE DE EMPOTRAR EN PLAFON FALSO, TIPO
PARABOLICA CON BALASTRO ELECTRÓNICO DE EMERGENCIA CON
BATERIA EN EL MODO DE EMERGENCIA Y CARGADOR DE BATERIA
AUTOMATICO, CON DOS LAMPARAS TIPO "U" 2x32 W, 277 V,
MCA. HUBBELL, CAT. RA2GCZBC-A4C, P/SERVICIO DE EMERGENCIA
A 2.75 mts. S.N.P.T. EL GABINETE SE UTILIZARA PARA RETORNO
DE AIRE. |
|  | LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO ARBOTANTE MAXIMO 100 WATTS
127 VOLTS, EN SERVICIO NORMAL (POR DEFINIR DEACUERDO A
LA ARQUITECTURA). |
|  | LUMINARIA FLUORESCENTE TIPO INDUSTRIAL DE 2x32 WATTS, -
277 VOLTS MCA. HUBBELL, CAT. 1G0425PA1054, PARA SERVICIO
NORMAL, A 3.50 mts. S.N.P.T. |
|  | LUMINARIA FLUORESCENTE TIPO INDUSTRIAL DE 2x32 WATTS, -
277 VOLTS MCA. HUBBELL, CAT. 1G0425PA1054, PARA SERVICIO
DE EMERGENCIA, A 2.75 mts. S.N.P.T. |
|  | LUMINARIO FLUORESCENTE CON LÁMPARA AHORRADORA DE ENER-
GÍA DE 2x28 W., CON BALASTRO INTEGRADO MOD., DOWNLIGHTING
AND TRACK, D448 DE 198 mm. Ø Y 219 mm. DE ALTURA, CAT.
D449-277 V., MCA. HUBBELL SERVICIO NORMAL. |
|  | LUMINARIO FLUORESCENTE CON LÁMPARA AHORRADORA DE ENER-
GÍA DE 2x28 W., CON BALASTRO INTEGRADO MOD., DOWNLIGHTING
AND TRACK, D448 DE 198 mm. Ø Y 219 mm. DE ALTURA, CAT.
D449-277 V., MCA. HUBBELL SERVICIO DE EMERGENCIA. |
|  | LÁMPARA FLUORESCENTE SERIE SN, 1x40W., 277V., MCA. HUBBELL
CAT. SN41R-E4, A 3.00 mts. S.N.P.T. |


SIMBOLOGÍA


- 


LUMINARIA FLUORESCENTE CON DOS LÁMPARAS AHORRADORAS DE ENERGÍA DE 13 WATTS, BALASTROS 1x13 W., 277 V. CONTROLENTE SALIENTE 562 MCA. HOLOPHANE, CAT. F-562-P-13, PARA SERVICIO NORMAL.
- 


LUMINARIA FLUORESCENTE CON DOS LÁMPARAS AHORRADORAS DE ENERGÍA DE 13 WATTS, BALASTROS 1x13 W., 277 V. CONTROLENTE SALIENTE 562 MCA. HOLOPHANE, CAT. F-562-P-13, PARA SERVICIO DE EMERGENCIA.
- 


LUMINARIA DE SEÑALIZACION DE SALIDA, LIBRE DE MANTENIMIENTO, CA/CO, OPERADA CON CORRIENTE ALTERNA Y CON BATERÍA EN EL MODO DE EMERGENCIA, EN GABINETE BLANCO Y ACRILICO CON LETRAS ROJAS CON LA LEYENDA "SALIDA" CON 2 LÁMPARAS FLUORESCENTES DE 7 W., 277 V. CAT. PUPRW F9, MCA. HUBBEL, INSTALADA SOBRE EL MARCO DE LA PUERTA.
- 


PLAFON LUMINOSO CON 2 LÁMPARAS FLUORESCENTES DE 32 W., ARRANQUE RAPIDO, 277 VOLTS, INCLUYE TUBOS Y ACCESORIOS. A 2.75 mts. S.N.P.T.
- 


LUMINARIA FLUORESCENTE DE EMERGENCIA DE 1x40 WATTS., MCA. DURO-TEST, ALIMENTADA POR MEDIO DE UNIDAD DE EMERGENCIA TIPO ACUMULADOR.
- 


LÁMPARA FLUORESCENTE SERIE SN, 1x40W., 277V., MCA. HUBBELL CAT. SN41R-E4, A 3.00 mts. S.N.P.T.
- 


UNIDAD TIPO ACUMULADOR PARA ALUMBRADO DE EMERGENCIA, CON CARGADOR DE BATERIAS AUTOMATICO, MCA. DURO-TEST.
- 


APAGADOR SENCILLO 10 AMPS., 277 VOLTS., CAT. 1992-1J MCA. ARROW HART, h = 1.20 m. S.N.P.T.
- 

CONTACTO DUPLEX POLARIZADO, 1 FASE, 3 HILOS, 15 AMPS, - 127 VOLTS, CAT. M-5362, MCA. HUBBELL, h= 0.40 m. S.N.P.T.
- 

CONTACTO DUPLEX POLARIZADO, 1 FASE, 3 HILOS, 15 AMPS, - 127 VOLTS, CAT. M-5362, MCA. HUBBELL, MONTADO EN CANAL INTEGRADA AL MUEBLE. PARA VOLTAJE REGULADO.
- 





















CONTACTO DUPLEX POLARIZADO, 1 FASE, 3 HILOS, 15 AMPS, - 127 VOLTS, CAT. M-5362, MCA. HUBBELL, MONTADO EN CANAL INTEGRADA AL MUEBLE. PARA VOLTAJE NORMAL.
- 

CONTACTO DUPLEX POLARIZADO, CON PROTECCION DE FALLA A TIERRA GFCI, 1F., 3H., 15A., 127 VOLTS, CAT. GF 5362R, EN COLOR ROJO MCA. HUBBEL. h= 0.40 m. S.N.P.T.
- 

CONTACTO DUPLEX POLARIZADO, 1 FASE, 3 HILOS, 15 AMPS, - 127 VOLTS, CAT. 5522 F 308 G., MCA. HUBBELL, SOBRE PISO EN ARMAZON DE ALUMINIO.
- 

CAJA CUADRADA METALICA GALVANIZADA, PARA CONEXIONES.

SIMBOLOGÍA

	CAJA EN PISO TIPO UNIVERSAL DE ALUMINIO, MCA. C.H. DOMEX PARA SERVICIO NORMAL.
	CAJA EN PISO TIPO UNIVERSAL DE ALUMINIO, MCA. C.H. DOMEX PARA SERVICIO REGULADO.
	INDICA TUBERIA QUE BAJA.
	INDICA TUBERIA QUE SUBE.
	TUBERIA CONDUIT METALICA GALVANIZADA PARED GRUESA,-- INSTALACION ENTRE PLAFON Y LOSA.
	TUBERIA CONDUIT METALICA GALVANIZADA PARED GRUESA,-- INSTALACION EN PISO.
	TUBERIA CONDUIT METALICA GALVANIZADA PARED GRUESA,-- INSTALACION EN MURO DE TABLAROCA.
	TUBERIA CONDUIT METALICA GALVANIZADA PARED GRUESA,-- INSTALACION VISIBLE.
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO, CAPACIDAD INDICADA EN PLANO.
	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL o' DE CONTROL, CON FUSIBLE EN EL LADO PRIMARIO, REL. 480/120 V.
	CONTACTOR DE ARRANCADOR MAGNÉTICO A TENSION PLENA NO -- REVERSIBLE.
	ELEMENTO TERMICO DE SOBRECARGA.
	BOBINA DE CONTACTOR MAGNETICO
	ESTACION DE BOTONES DE ARRANQUE Y PARO.
	LUZ PILOTO COLOR VERDE.
	LUZ PILOTO COLOR ROJO.
	MOTOR ELÉCTRICO INDICANDO CAPACIDAD.
	INTERRUPTOR SELECTOR DE 3 POSICIONES, MANUAL--FUERA--AUTOMA-- TICO.
	DESCONECTADOR DE NAVAJAS SIN PORTAFUSIBLES, SERVICIO NEMA 3R, CAPACIDAD INDICADA EN PLANO.
	SOPORTE PARA CABLE TIPO ESCALERA DE ALUMINIO, ANCHO INDICADO EN PLANO, MCA. C.H. DOMEX.

2.1.1 ALUMBRADO INTERIOR

Estos planos mostrarán la ubicación de las luminarias, las trayectorias y diámetros de las tuberías, cantidad de conductores así como sus calibres, la identificación de circuitos a que pertenece cada luminaria, apagadores, interruptores individuales y la localización de tablero (s) de Alumbrado que los alimenta. Su presentación se hace en maduros de los planos del proyecto arquitectónico amueblado escala de 1:50.

2.1.2. CONTACTOS Y SALIDAS ESPECIALES

Estos planos deberán mostrar la ubicación de los contactos, las trayectorias, diámetros de las tuberías, cantidad de conductores así como sus calibres. La identificación del circuito al cual pertenece cada uno de los contactos, además de la ubicación de los tableros de distribución que los alimentan. Podrán presentarse los planos a escala 1:50 o 1:100 según las condiciones del proyecto.

2.1.3. ALIMENTADORES EN ALTA Y BAJA TENSIÓN.

Los alimentadores en alta tensión se proyectarán totalmente independientes de los alimentadores en baja tensión, indicándose la trayectoria (aérea o subterránea) calibre de conductores, tipo de aislamiento, dimensiones de registros así como detalles de canalizaciones y registros. Se presentan en planta de conjunto escala 1:100 1:200. Los planos de alimentadores en baja tensión (interior o exterior) deberán mostrar la posición de tableros, equipos y cargas especiales, trayectorias de canalizaciones con sus características, el número de conductores y calibre, la ubicación y tipo, dimensiones de los registros. La escala que se maneja es de 1:100 ó 1:200

2.1.4. ALUMBRADO EXTERIOR.

Estos planos se presentan en un plano de planta de conjunto, indicándose la ubicación de las luminarias, el tipo de poste, el tipo de unidad de iluminación, la altura y forma de montaje, los circuitos a los que pertenecen cada luminaria, la trayectoria y tipo de canalización, las características de los conductores, las dimensiones de los registros así como el detalle y ubicación del tablero de distribución.

2.1.5. FUERZA

Estos planos deberán presentarse en planos de planta de conjunto o azoteas escala 1:100. Mostraran las trayectorias y tipo de canalizaciones, numero y calibre de los conductores, localización de motores, tableros o centros de control de motores. En planos por separado se detallaran locales especiales, casas de máquinas, a escala 1:50 o 1:25

2.1.6. PARARRAYOS

Estos planos se presentan en planos de azoteas escala 1:100 o 1:200 y muestran las trayectorias de los conductores desnudos su calibre y características, puntas para pararrayos, accesorios, su tipo de material, bajadas, conexión a electrodos así como detalles de los pozos de tierras.

2.1.7. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.

Estos planos se manejan a escala 1:25 del local destinado a la subestación, dibujándose a detalle la ubicación de todos los equipos eléctricos de alta y baja tensión, incluyendo cortes y elevaciones, conteniendo además la planta de emergencia en caso de existir, con su respectivo interruptor de transferencia. Deberá mostrarse las dimensiones de los registros, trayectorias de las canalizaciones y sus características, tipo de puertos,

ventilación, desniveles, ubicación de coladeras, así como los accesorios de protección para el personal. Además el sistema de tierras mostrando la conexión de los equipos, listado de materiales y equipo.

2.2 DIAGRAMAS Y CUADROS

2.2.1 DIAGRAMA UNIFILAR

Un diagrama unifilar es la representación esquemática de símbolos eléctricos del contenido de una instalación, dichos símbolos se definen en el IEEE estándar 315-1975 y muestran la distribución interna de las instalaciones partiendo de la acometida de la empresa suministradora, hasta cada uno de los equipos que conforman dicha instalación eléctrica.

El diagrama unifilar debe contener lo siguiente:

- a) Fuentes de potencia, tensiones y corrientes.
- b) Características de los transformadores (KVA, Tensiones, Impedancia, conexiones y método de puesta a tierra)
- c) Identificación de los aparatos de protección (relevadores, fusibles, interruptores).
- d) Centros de carga, tableros de fuerza y alumbrado.
- e) Cargas específicas como pueden ser motores.
- f) Tipo, tamaño, capacidades y número de conductores.
- g) Tipo y dimensiones de las canalizaciones empleadas en los circuitos alimentadores y subalimentadores.

A continuación se muestra un diagrama unifilar general de una planta industrial y las especificaciones de los elementos que lo conforman (ver figura 3).

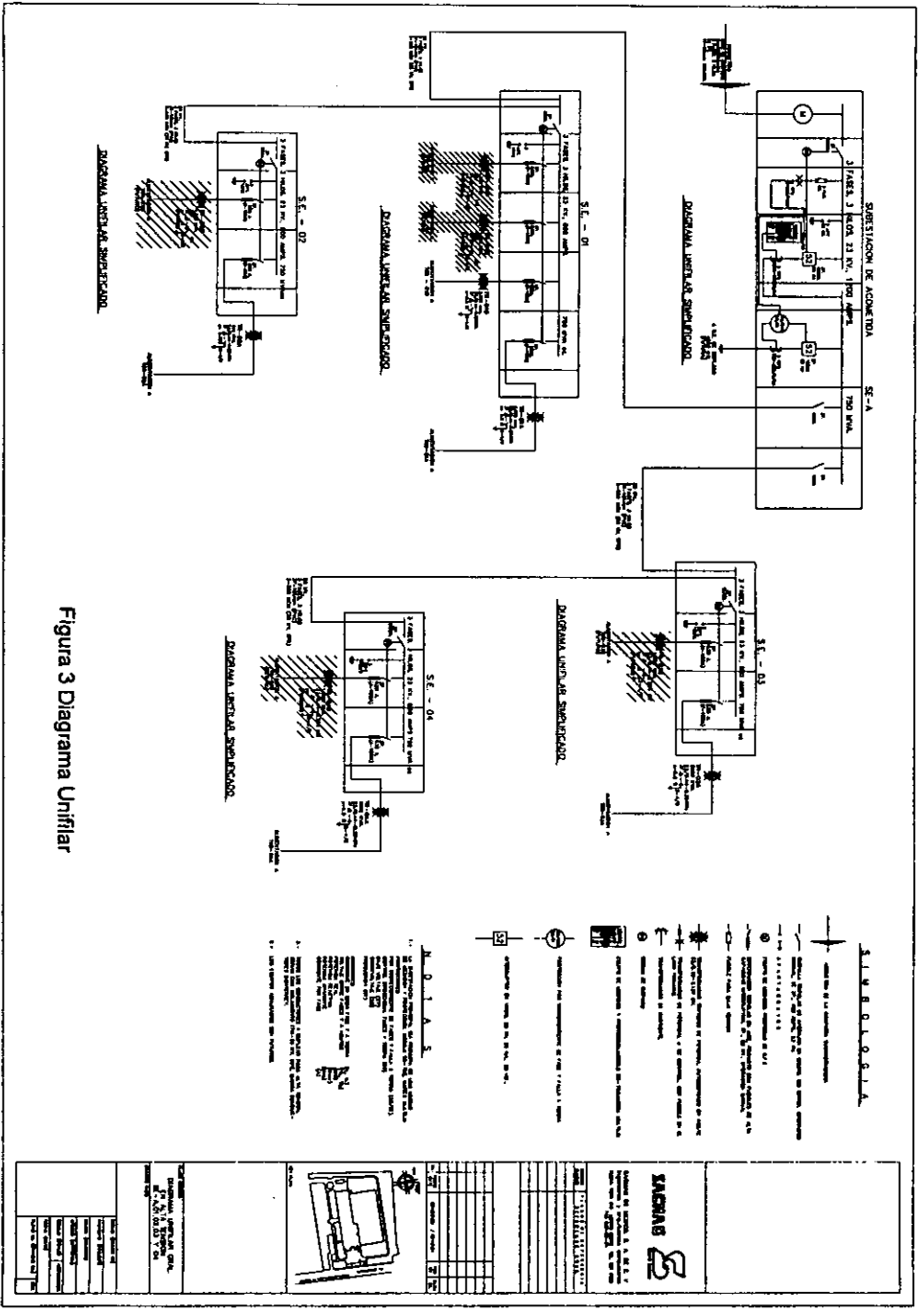


Figura 3 Diagrama Unifilar

2.2.2 CUADRO DE CARGAS

Un cuadro de cargas representa la distribución de circuitos contenidos en un tablero y, deberá realizarse un cuadro de cargas por cada tablero de alumbrado o contactos que existan. Debiéndose incluir lo siguiente:

- a) Identificación del tipo de tablero.
- b) Tensión a la que opera.
- c) Número de fases e hilos.
- d) Capacidad del interruptor principal (zapatas principales)
- e) Localización del circuito, número de esta fase a la que pertenece, tipo de carga y potencia, cantidad de servicios, carga total así como la protección del mismo.
- f) Potencia total por fase y por tablero.
- g) Desbalanceo.

El siguiente cuadro de cargas muestra las características señaladas anteriormente(ver figura 4).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO "RP-NK" (OFICINAS SECC. "B" 1er. PISO)										NOOD24-4AB21S					
DIAGRAMA DE CONEXIONES		CIRC. No.	V.A. TOTALES	INTERRUP. TERMOMAG.	CONDUCTOR CALIBRE	180 VA.	180 VA.	720 VA.	180 VA.	180 VA.	800 VA.	800 VA.	F A S E S		
													A	B	C
1		1NK	1080	IP-20A	2-10	4	2						1080		
2		2NK	1260	IP-20A	2-10	4							1260		
3		3NK	1440	IP-20A	2-10	3	5							1440	
4		4NK	1260	IP-20A	2-10	4	3							1260	
5		5NK	1260	IP-20A	2-10	7									1260
6		6NK	1440	IP-20A	2-10	3	4								1440
7		7NK	1440	IP-20A	2-10	8								1440	
8		8NK	1440	IP-20A	2-10	5								1440	
9		9NK	1800	IP-20A	2-10	5						3		1800	
10		10NK	900	IP-20A	2-10	5								900	
11		11NK	1440	IP-20A	2-10	2			2						1440
12		12NK	1440	IP-20A	2-10	2			2						1440
13		13NK	DISPONIBLE	IP-20A	2-10										
14		14NK	1800	IP-20A	2-10							3		1800	
15		15NK	DISPONIBLE	IP-20A	2-10									1800	
16		16NK	1800	IP-20A	2-10										1800
17		17NK	DISPONIBLE	IP-20A	2-10										
18		18NK	1800	IP-20A	2-10										1800
19		19NK	DISPONIBLE	IP-20A	2-10										
20		20NK	1600	IP-20A	2-10										1600
21		21NK	ESPACIO	ESPACIO											
22		22NK	ESPACIO	ESPACIO											
23		23NK	ESPACIO	ESPACIO											
24	24NK	ESPACIO	ESPACIO												
TOTAL			21,400			20	39	4	3	2	9	2	7,020	7,200	7,180

DESBALANCEO: 2.50 %

Figura 4 Cuadro de Cargas

2.2.3 CORTES Y DETALLES.

Es la información complementaria que se requiere para el desarrollo o ejecución de la obra, la cual nos muestra características que no pueden ser apreciados en los planos eléctricos a escalas normalizadas, bien pueden representarse estos cortes o detalles sin escala, pero con acotaciones o con escalas de 1:10 ó 1:20 en centímetros.

Los cortes nos proporcionan un levantamiento de las trayectorias de canalizaciones o equipos respecto a dos ejes de referencia y generalmente se incluyen en los mismos planos, mostrándonos el tipo de materiales o características de equipos y la altura respecto a un nivel de referencia (normalmente nivel de piso terminado N.P.T.).

Los detalles generalmente especifican un remate o soporte de las canalizaciones ó equipos, el paso o acomodo de canalizaciones o cableados por un lugar específico o bien las dimensiones específicas de algún equipo ó accesorio. Estos detalles pueden ser especificados en los mismos planos o bien a estar contenidos en planos por separados para tal fin.

CAPÍTULO 3

DEFINICIÓN DEL PROYECTO

3.1 Definición

“Se puede definir un centro de cómputo como aquel que aun no siendo administrativo, realiza funciones semejantes de forma automatizada”.

El edificio actual, utiliza las tecnologías de vanguardia para facilitar al usuario su labor.

Por ejemplo, los archivadores se han convertido en modernas bases de datos, las máquinas de escribir son sustituidas por monitores y teclados. La información ahora es acumulada en disquetes, cintas e impresoras.

La automatización ha variado por completo el concepto de oficina, en un renovado concepto de espacio y de instalaciones, que da forma a un espacio dentro del cual puedan desarrollarse libremente y de forma rápida el ciclo de gestión burocrática y administrativa, sin retrasos inevitables que frenen la eficiencia productiva.

Los elementos simples de los que deben constar un edificio moderno, que vaya a albergar en su interior ordenadores, están divididos en tres zonas bien diferenciadas:

- a) Zona de ordenador.
- b) Zona de oficinas.
- c) Zona de servicios comunes.

El inciso (a) es el que nos interesa definir a lo largo de este capítulo.

3.2 Generalidades del proyecto.

El objetivo principal de este proyecto es dar las condiciones necesarias al inmueble, en el cual se instalará el “Centro de cómputo” que permitirá la administración y organización de

una cadena de tiendas de autoservicio, con oficinas generales en el sur de E.U., oficinas centrales de México en el D.F. y tiendas en toda la república mexicana.

La transmisión de datos e interconexión entre ellas se efectuará vía satélite y señales por microondas o RDI.

El inmueble en cuestión estará constituido por un edificio que albergará en su interior a la sala del ordenador, área de impresoras, archivo, bóveda de seguridad, cintoteca, área de ingeniería y área de teleproceso y comunicaciones, delimitando las áreas por cancelería de aluminio y cristal, excepto la bóveda de seguridad que será de concreto armado.

Sistema eléctrico.

El sistema eléctrico, se constituirá de la forma siguiente. Se contará con una subestación de medición y acometida ubicada cerca de los límites del inmueble en el cuál se recibirá por parte de la compañía "*Luz y Fuerza del Centro, S.A. de C.V.*" una acometida eléctrica en 23,000 volts, 3 fases, 3 hilos. Esta subestación estará formada por una sección de medición, una de cuchillas de paso y apartarrayos, y sección de protección, provista con un interruptor en aire con fusibles de alta capacidad interruptiva.

La subestación contará con un transformador de potencia de 500 KVA, 23 KV y 220/127 V, en el secundario dando alimentación a un tablero de transferencia automática.

Una planta de emergencia de 500KW, 220 volts, que es la segunda alimentación al tablero de transferencia. Del tablero de transferencia se alimentará al tablero general de distribución de energía.

Ver diagrama inifilar en la figura 5.

Instalaciones en baja tensión.

Instalaciones en baja tensión.

El tablero general de distribución, contará con interruptor general del tipo electromagnético y varios interruptores derivados del tipo termomagnético así mismo, este tablero estará provisto de una unidad de medición de potencia multifuncional el cuál desplegará a solicitud del usuario en pantalla digital, las siguientes funciones de medición: corriente de fase, voltaje de fase, voltaje de línea, potencia activa, potencia aparente, potencia reactiva, potencia demandada, potencia consumida, factor de potencia y frecuencia, de este tablero general de distribución, alimentará a su vez, a tableros de distribución y a centros de carga para alumbrado y servicios generales los cuales controlaran y protegerán a los equipos eléctricos diversos.

Para la alimentación de equipos ubicados en el edificio de subestación, se utilizarán canalizaciones tipo "charola", toda la tubería a instalar dentro del centro de cómputo será de utilización oculta y tanto su construcción, así como su instalación, deberá cumplir con lo indicado en el artículo 345 de las normas oficiales mexicanas "**NOM-001-SEMP-1994**", cuya observación es necesaria en todo el país. El diámetro mínimo de tubería a emplear será de 19 mm (3/4"), los porcentajes de relleno, serán del 30% para más de dos conductores.

Los conductores a instalar en las charolas, será monopolares con aislamiento THWLS/THHW, cuando se trate de conductores calibre 1/0 y mayores. Cuando se trate de calibre 2 awg y menores, se instalarán en ductos cuadrados y/o tubería conduit, de acuerdo a lo especificado en el artículo 318 de las normas oficiales mexicanas "**NOM-001-SEMP-1994**."

Los conductores se calcularán en función de la ampacidad, caída de tensión, agrupamiento y temperatura, en función de los criterios indicados en las "normas oficiales mexicanas "**NOM-001-SEMP-1994**", relativas a las instalaciones eléctricas.

Para iluminar el centro de cómputo se utilizarán luminarias de 3 x 32 watts, 127 volts, con lámparas fluorescentes, proporcionando un nivel lumínico de 500 luxes. Para las áreas de servicios, se utilizarán luminarias fluorescentes de 2 x 32 watts, 127 volts, del tipo industrial, proporcionando un nivel lumínico de 300 luxes.

El alumbrado se calculará basándose en los métodos de índice de cuarto y cavidad zonal, considerando un nivel lumínico adecuado para cada local, de acuerdo a las actividades realizadas en los mismos.

Sistema general de tierras: Éste se diseñará considerando una malla principal formada con cable de cobre desnudo temple semiduro calibre 4/0 awg, en el área de la subestación, de acuerdo a lo recomendado en la N.O.M., y la última revisión de la estándar 80 de la I.E.E.E. Ver sistema de tierras de subestación eléctrica en la figura 6.

La figura 7 muestra el croquis de ubicación de inmueble en cuestión.

La figura 8 muestra la relación de equipos para el centro de cómputo.

El capítulo 4 presenta la memoria de cálculos y las especificaciones del proyecto eléctrico del centro de cómputo a ubicarse en México D.F.

Ver la distribución de equipos del centro de cómputo en el plano mostrado en el apéndice.

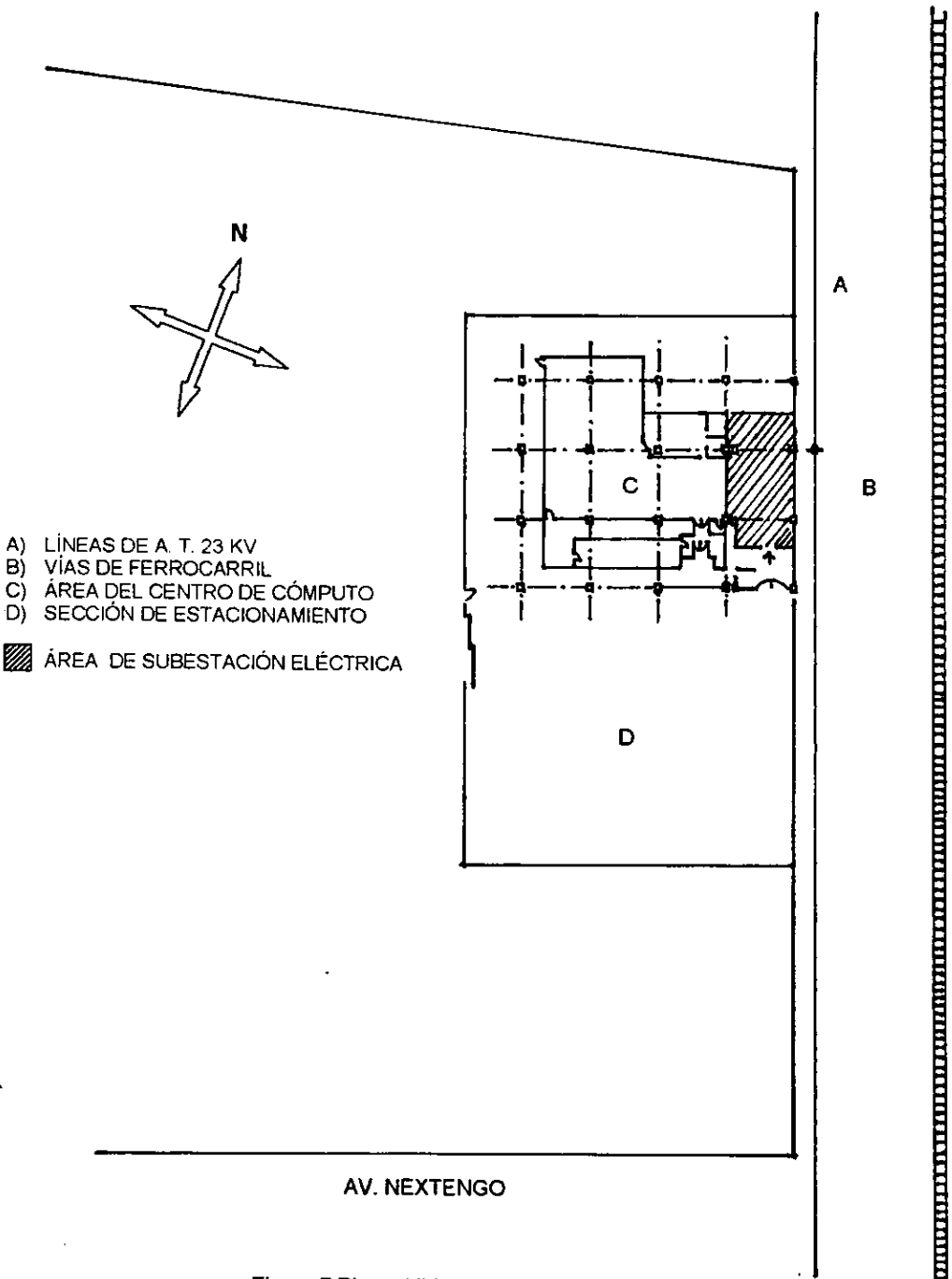


Figura 7 Planta Ubicación Inmueble

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	MODELO O CATEGORÍA	TENSIÓN DE OPERACIÓN	CAPACIDAD KVA
UNIDAD CENTRAL DE PROCESO	9021-821	208V/3F	38.981
UNIDAD CENTRAL DE PROCESO	9022-1A	120V/1F	1.606
ENTRADA/SALIDA DE SECUENCIA POTENCIA	9023-1	120V/1F	0.107
ENFRIADOR DE LIQUIDO (CHILLERS)	9027-1	208V/3F	4.926
UNIDAD DE DISCOS	3380-AK4	208V/3F	5.850
UNIDAD DE DISCOS	3390-B28	208V/3F	2.200
UNIDAD DE CINTAS	3420-8	208V/3F	4.376
UNIDAD DE CONTROL CINTAS Y CART.	3480-A22	120V/1F	1.000
UNIDAD DE CONTROL CINTAS Y CARTUCHOS	3803-2	208V/3F	1.800
UNIDAD DE CONTROL DE DISCOS	3990-G3	208V/3F	3.00
IMPRESORA DE MATRIZ DE BANDA	4245-20	208V/3F	6.200
IMPRESORA LAZÉR	3825	208V/3F	5.030
CONMUTADOR	HARÁS	208V/1F	4.400
CONTROL DE COMUNICACIONES (INTERNA)	3174	120V/1F	0.33
CONTROL DE COMUNICACIONES (EXTERNA)	3745	208V/3F	4.000
EQUIPO DE COMUNICACIONES	20-20	208V/3F	3.600
CONTROLADOR DE TELEPROCESO	TANDEM	120V/1F	2.200
EQUIPO DE TELEPROCESO	PRIME	120V/1F	2.300
EQUIPO PARA CONTROL DE ACCESO	SMART LOCK	120V/1F	0.270
PROCESADOR	H.P.	208V/3F	3.000
PROCESADOR	H.P.	120V/1F	2.200
COMPUTADOR	H.P.	120V/1F	0.480
CONSOLA (ESTACIÓN DE TRABAJO)	3206-100	120V/1F	0.100
RACK TELENET	S/C	120V/1F	1.400
RACK TELENET-MODEMS	S/C	120V/1F	1.400
RACK MICROONDAS	S/C	120V/1F	1.400
RACK SATELITE	S/C	120V/1F	1.40
RACK DTU'S	S/C	120V/1F	1.20
VIDEOS	S/C	120V/1F	0.190
EQUIPO COMUNICACIONES MDF	S/C	120V/1F	1.200
SPOT CON FOCO INCANDESCENTE	COSTRULITA	127V/1F	0.075
LUMINARIO FLUORESCENTE 3X32W	HOLLOPHONE	127V/1F	0.112
CONTACTOS DE SERVICIO NORMAL	70 10 A.H.	127/1F	0.180
BOMBAS PARA AGUA HELADA	JACUZY 270 GPM	220/3F	5HP/15.9*
UNIDAD GENERADORA DE AGUA HELADA(U.G.A.H.)	LCHA-40	220V/3F	63.33
UNIDAD MANEJADORA DE AGUA HELADA DE 10500 PCM ESPECIAL PARA SALAS DE COMPUTO	CARRIER	220/3F	52.5

Tabla 8 Relación de equipos del centro de cómputo

3.3 Recomendaciones IEEE para instalaciones grado computadora estándar IEEE 1100-1993.

El ruido de alta frecuencia que se genera en su mayoría internamente en las instalaciones del cliente por medio de balastos, motores de velocidad variable y especialmente con las computadoras, aunado a los fenómenos transitorios de tensión, sobrepasan constantemente la protección que brindan los sistemas de energía ininterrumpible (U.P.S) aún cuando éstos sean doble conversión "true on-line" y cuyos efectos pueden degradar su funcionamiento o hasta quemar sus componentes. Debido a esto el IEEE ha establecido los siguientes requerimientos para la protección de una instalación grado computador:

- * La utilización de "Supresores de transitorios y ruido de alta frecuencia" por lo menos en los tableros de distribución de fuerza principales.
- * La utilización de contactos de tierra aislada (IG) para evitar la retroalimentación del ruido eléctrico a las cargas.
- * Tierra electrónica aislada.
- * Tierra de seguridad.
- * Para cargas monofásicas no lineales dimensionar el neutro al doble para soportar las armónicas.

3.4 Recomendaciones de IBM para instalaciones eléctricas en centros de cómputo.

- Línea de alimentación independiente y exclusiva, desde la subestación o tablero general o centro de carga ubicado cerca de los medidores hasta el tablero de distribución localizado

dentro del área de cómputo.

- Para cálculo de líneas se considera factores de seguridad al 100% en el calibre de conductores con una caída máxima de voltaje de 2%
- Se deben tender tantos circuitos como máquinas estén indicadas que deben llevar conector como son: CPU, Impresoras, Unidad de Control de Discos, cintas, comunicaciones, Pantallas, etc.
- El tablero principal se proveerá trifásico con doble bus de tierras (5 hilos) uno para neutro eléctrico y otro para tierra física.
- Todos los conductores eléctricos de la sala estarán en tubería metálica rígida y de diámetro adecuado debidamente aterrizados.
- Los circuitos a cada unidad en tubo metálico flexible para evitar transferencia de energía a los cables de señal del computador y por otra parte para evitar peligros de incendio.
- Para fines de cálculo de conductores, reguladores, interruptores termomagnéticos, etc., se deben calcular tomando en cuenta la corriente de arranque de cada máquina, la cual generalmente es varias veces superior la nominal, del 50% como mínimo.
- Todos los interruptores deben estar debidamente rotulados para su rápida operación por parte del personal autorizado.
- Como medida de seguridad deberá instalarse en un lugar próximo a la puerta un control EMERGENCY POWER OFF, para cortar la energía a todo el equipo de cómputo en cualquier situación de emergencia. Así como un tablero para monitoreo automático de la instalación eléctrica con posibilidad de alarma en caso de falla.
- Que la alimentación al tablero general del centro de cómputo, provenga de un sistema de energía ininterrumpible (UPS).
- La resistencia máxima de la toma de tierra sea menor a 3 ohms preparada para garantizar un aislamiento de los circuitos conectados, así como su periódica revisión.

- La sección mínima del cable de tierra será de 33.62 mm² (2 awg), o igual a la de una fase, si esta es mayor.
- La frecuencia deberá tener una variación de 1 a 0.1 ciclos cualquier variación sobre estos intervalos, deberá ser detectada y producir una señal de alarma. Esta señal deberá estar conectada a un mecanismo automático de desconexión del equipo.
- Las luminarias serán de medidas estándar y se acoplarán perfectamente a la modulación de las placas de falso techo.
- El nivel de luz en sala de ordenadores deberá ser mínimo de 300 lux. Lo recomendable será 500 lux medidos a 1.0 metro del suelo.

ESTÁTICA

La electricidad estática es producida por la fricción entre dos materiales. (los que están hechos de resinas, plásticos y fibras sintéticas) El objeto o persona con carga estática al aproximarse a una masa metálica (computadora) ocasionará que se produzca una descarga sensible a la máquina.

Modo de reducción de estos problemas.

- 1.- Tener una buena tierra física.
- 2.- El cable para la tierra física debe ser forrado y del mismo calibre que el de las fases.
- 3.- Uso de cera antiestática en el piso.
- 4.- Si existen sillas con ruedas, estas deben ser metálicas y no de pasta.

AIRE ACONDICIONADO.

Se recomienda que sea exclusivo del centro de cómputo, debido a las características de la carga, el ciclo de enfriamiento deberá trabajar aún en invierno y las condiciones de filtrado son más estrictas comparada con otras áreas.

No deben utilizarse unidades tipo ventana que no regulen ni humedad ni filtren el aire.

3.5 Criterios para iluminación.

Las últimas tecnologías en la proyección y aprovechamiento de las fuentes de luz están consiguiendo unos rendimientos lumínicos sorprendentes, no sólo en la reflexión y control de todos los haces de luz, sino incluso en el reducido consumo y en el dominio del espectro luminoso para usos y fines concretos, siendo muy importante utilizar los artefactos necesarios para cada función específica.

Las indicaciones que se deben tener en cuenta para una buena disposición y repartición conveniente de los siguientes dispositivos de alumbrado son los siguientes:

- a) Ninguna fuente luminosa debe aparecer en el campo visual de los empleados cuando se trabaja.
- b) Los tubos fluorescentes deben estar situados perpendicularmente a la línea de visión.
- c) Con relación al plano de trabajo, los dispositivos luminosos deben estar situados en una dirección tal que no coincida con aquella hacia la cuál el operador debe mirar más a menudo.
- d) Habrá que evitar el empleo de colores y materiales reflectantes para las máquinas, aparatos, superficie de la mesa, tableros de control, etc.
- e) La iluminación del focal debe ser menos intensa que la de la pantalla y la de ésta, del mismo orden que la de la documentación que se utilice.
- f) Los valores de iluminación recomendados son de 300 a 500 lux en la mesa del puesto de trabajo y entre 150 y 300 lux en la pantalla. Esto no influye para que en determinados casos sean confortables valores mayores de iluminación en el ambiente laboral, por convenir a otros propósitos.
- g) El factor de reflexión del techo será de 0.6 a 0.8 y del suelo de 0.2 a 0.4

- h) Como norma general, para la instalación de la iluminación adecuada en sala de ordenadores deberán observarse:

Las luminarias serán de medidas estándar y se acoplarán perfectamente a la modulación de las placas del falso techo.

El nivel de luz en salas de ordenadores deberá ser mínimo 300 lux. Lo recomendable será 500 lux medidos a 1 m del suelo.

- i) Existirá un sistema de alumbrado de emergencia y de señalización con unidades autónomas con batería en toda la planta que acoge al ordenador.

3.6 Códigos estándares

1. Reglamento de construcción para el Distrito Federal.
2. Normas Técnicas complementarias para diseño por sismo.
3. El BOCA (National Fire Prevention Code), recomendaciones y mantenimiento oficial de la construcción.
4. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP 1994. Código Nacional Mexicano de Electricidad.
5. ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos).
6. ASHRAE (Sociedad Americana de Calefacción, Refrigeración e Ingenieros en Aire Acondicionado).
7. ASTM (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales).
8. CIE (Comisión Internacional de Iluminación).
9. IEC (Comisión Internacional Electrotecnia).
10. IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos).
11. ISO (Organización de Estándares Internacionales).
12. NEMA (Asociación Nacional de Manufacturas Eléctricas).
13. NFPA (Asociación Nacional de Protección Contra Incendios).

CAPÍTULO 4

MEMORIAS Y ESPECIFICACIONES

4.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

4.1.1. TENSIÓN DE SUMINISTRO DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA

Debido a la carga promedio estimada en 500 KVA, se observa la necesidad del uso de una subestación eléctrica: Por cuestiones técnicas; esto les permitirá un servicio continuo de energía eléctrica con la tensión adecuada a sus necesidades y un medio de desconexión manual o automática en caso de falla para efectos de control, protección, medición y mantenimiento.

Por cuestiones económicas; la inversión que se realiza en la compra de la subestación eléctrica y el contrato en alta tensión, será amortizada en poco tiempo y se obtendrá un ahorro posterior significativo.

Esto implica un contrato de suministro de energía eléctrica en alta tensión con una tarifa tipo O-M.

La empresa con la cuál se realizara el contrato de suministro de energía es; Luz y Fuerza del Centro, S.A. De acuerdo a la ubicación del predio las líneas de distribución de los cuales proporcionarán el servicio, manejan una tensión de 23,000 volts.

4.1.2. TENSIÓN DE DISTRIBUCIÓN INTERIOR Y EXTERIOR

La selección de la tensión en baja tensión se realizó basándose en que la mayor parte de la carga es el equipo de cómputo y sus periférico, que pueden ser alimentados con un sistema trifásico, cuyas capacidades promedio son de 10 KVA, considerando las

recomendaciones del fabricante, las longitudes promedio de los alimentadores 40 metros y la configuración de voltaje de los equipos.

El suministro de energía partirá desde las líneas de alta tensión que están en los linderos del predio y llegaran hasta el local destinado a la Subestación eléctrica, dicho equipo se especifica a detalle en el punto 4.3.1. A la salida del transformador se maneja una tensión de 220V / 127V, que alimentara al tablero general de distribución en baja tensión, llamado "Tablero de Emergencia", del cual serán alimentados todos los tableros de distribución que controlan a los equipos de cómputo y sus periféricos, equipos de acondicionamiento de aire y alumbrado.

4.1.3. UBICACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Este inmueble es parte del conjunto del predio "A", cuyos edificios y áreas colindantes ya están en servicio, las dimensiones del espacio a construir son 29.0 mts. de largo por 25.0 mts. de ancho, lo cual nos da la idea de que las distancias de la subestación a las áreas por servir no será representativa, además no existe una área de concentración de equipos donde la densidad de carga sea representativa, la mayor parte del área es abierta, esto nos permitirá la planeación de tableros autosoportados en el centro geométrico.

Las líneas de alta tensión para la acometida se localizan cercanas a uno de los muros laterales del inmueble, lo cual reducirá la obra civil necesaria para la acometida hasta la subestación eléctrica, evitando los cruce con áreas peatonales o de vehículos.

Dos de los costados del inmueble están cercanos a áreas de estacionamientos, y uno de estos ha sido elegido como posible acceso principal del personal. Lo cual nos lleva a

pensar que este mismo costado puede servirnos para facilitar el acceso del equipo y personal hasta la subestación eléctrica.

Y como punto decisivo para la ubicación de la subestación eléctrica, es el uso del inmueble y las características de seguridad con las que debe contar.

La cual sugiere la no-existencia de ventanas hacia vías públicas ó muros colindantes con zonas conflictivas.

La figura 7 (capítulo 3), da la idea más clara de lo antes expuesto, y la selección del área elegida para la subestación eléctrica. (Área achurada).

4.1.4. UBICACIÓN DE CENTROS DE CARGA, TABLEROS, GENERALES Y ESPECIALES

El equipo de cómputo será distribuido en una área de 600 m² aproximadamente, en esta zona serán ubicados los tableros de distribución en tres bloques llamados distribuidores de circuitos, y en cada uno se localizarán dos tableros.

Estos distribuidores de circuitos tendrán la característica de estar ubicados en puntos estratégicos, cercanos a los accesos controlados, cuidando que los recorridos hacia cada servicio no sean en promedio mayor a los 20 metros, con la finalidad de abatir costos, pero observando que los bloques de equipos importantes no queden concentrados en un sólo distribuidor, lo cual nos dará flexibilidad para el mantenimiento o revisión de equipos y líneas. Estos tableros son alimentados del tablero de distribución soportado por el ups.

Los tableros contra incendios serán ubicados en una zona cercana al de iluminación; control de acceso y control/detección/ área de Ingeniería con el propósito de mejorar la seguridad física y de las instalaciones eléctricas del inmueble, ya que permitirá un control más estricto por parte del personal de Ingeniería.

Finalmente se tiene un tablero de distribución ubicado en el área de azotea denominado "Tablero bombas agua helada" el cual es alimentado por el tablero de distribución soportado por el UPS y alimenta exclusivamente a las bombas.

Los tableros subgenerales son dos y serán ubicados de la siguiente manera; uno llamado "Tablero bajo UPS" que controla toda la carga soportada por el UPS, se encuentra localizado en el área denominada "Cuarto UPS".

El segundo que es alimentado por el tablero de emergencia y se encuentra localizado en el área de azotea, es llamado "Tablero de Generadoras de Agua Helada" y distribuye energía a las generadoras y condensadoras. La ubicación de estos tableros esta basada en la seguridad y control que se debe tener al dar mantenimiento a los equipos que soportan. Evitando con ello errores humanos o riesgos de ser operados por personal no idóneo.

Estos tableros además son ubicados tomando en cuenta los recorridos promedios de los alimentadores a cada servicio, considerando el aspecto económico.

El tablero general denominado "Tablero de emergencia" será ubicado por cuestiones de seguridad y control en el área de la subestación eléctrica y resguardando según lo indica la norma. Este tablero de emergencia (Ver especificaciones punto 4.3.2.) Controla y distribuye

la energía a toda la carga del inmueble y es alimentado por dos fuentes de energía; la de la compañía suministradora y de la planta de emergencia, controlando el suministro por medio de una transferencia automática.

4.1.5. CAPACIDADES DE EQUIPOS

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	MODELO O CATEGORÍA	TENSIÓN DE OPERACIÓN	CAPACIDAD KVA
UNIDAD CENTRAL DE PROCESO	9021-821	208V/3F	38.981
UNIDAD CENTRAL DE PROCESO	9022-1A	120V/1F	1.606
ENTRADA/SALIDA DE SECUENCIA POTENCIA	9023-1	120V/1F	0.107
ENFRIADOR DE LIQUIDO (CHILLERS)	9027-1	208V/3F	4.926
UNIDAD DE DISCOS	3380-AK4	208V/3F	5.850
UNIDAD DE DISCOS	3390-B28	208V/3F	2.200
UNIDAD DE CINTAS	3420-8	208V/3F	4.376
UNIDAD DE CONTROL CINTAS Y CART.	3480-A22	120V/1F	1.000
UNIDAD DE CONTROL CINTAS Y CARTUCHOS	3803-2	208V/3F	1.800
UNIDAD DE CONTROL DE DISCOS	3990-G3	208V/3F	3.00
IMPRESORA DE MATRIZ DE BANDA	4245-20	208V/3F	6.200
IMPRESORA LAZER	3825	208V/3F	5.030
CONMUTADOR	HARÁS	208V/1F	4.400
CONTROL DE COMUNICACIONES (INTERNA)	3174	120V/1F	0.33
CONTROL DE COMUNICACIONES (EXTERNA)	3745	208V/3F	4.000
EQUIPO DE COMUNICACIONES	20-20	208V/3F	3.600
CONTROLADOR DE TELEPROCESO	TANDEM	120V/1F	2.200
EQUIPO DE TELEPROCESO	PRIME	120V/1F	2.300
EQUIPO PARA CONTROL DE ACCESO	SMART LOCK	120V/1F	0.270
PROCESADOR	HP	208V/3F	3.000
PROCESADOR	HP	120V/1F	2.200
COMPUTADOR	HP	120V/1F	0.480
CONSOLA (ESTACIÓN DE TRABAJO)	3206-100	120V/1F	0.100
RACK TELENET	S/C	120V/1F	1.400
RACK TELENET-MODEMS	S/C	120V/1F	1.400
RACK MICROONDAS	S/C	120V/1F	1.400

RACK SATELITE	S/C	120V//IF	1.40
RACK DTU'S	S/C	120V//IF	1.20
VIDEOS	S/C	120V//IF	0.190
EQUIPO COMUNICACIONES MDF	S/C	120V//IF	1 200
SPOT CON FOCO INCANDESCENTE	COSTRULITA	127V//IF	0.075
LUMINARIO FLUORESCENTE 3X32W	HOLLOPHONE	127V//IF	0.112
CONTACTOS DE SERVICIO NORMAL	70 10 A.H.	127//IF	0.180
BOMBAS PARA AGUA HELADA	JACUZY 270 GPM	220/3F	5HP/15.9 A
UNIDAD GENERADORA DE AGUA HELADA(U.G.A.H.)	LCHA-40	220V/3F	63.33
UNIDAD MANEJADORA DE AGUA HELADA DE 10500 PCM ESPECIAL PARA SALAS DE CÓMPUTO	CARRIER	220/3F	52.5

La tabla muestra la relación de equipos, que serán instalados en el centro de cómputo, así como sus características eléctricas, mismas que fueron tomadas de las especificaciones de los fabricantes del equipo.

4.2. MEMORIA DE CÁLCULO TÉCNICO

4.2.1. NIVELES DE ILUMINACIÓN

Conociendo el uso del local en cuestión (Centro de cómputo) y apoyándonos en los niveles de iluminación recomendados por los fabricantes de equipo de cómputo, y los especialistas en el ramo, tomaremos un valor base de 500 luxes referidos a un plano de trabajo a 76 cms. sobre el nivel del piso. Nuestro diseño será elaborado teniendo en cuenta la condicionante del plafon modular, cuyos módulos son de 61 x 61 cms. esto simplifica la selección a gabinetes de 61 x 61 cms ó 61 x 124 cms.

El número y distribución de las luminarias se determinara analizando una área de 20.80 mts. de largo por 12.85 mts. de ancho, del centro de cómputo. El cálculo se hará por el "Método de lumen".

DATOS:

- a) Dimensiones del local 20.80 mts. de largo, 12.85 mts. de ancho y 2.70 mts. de altura
- b) Luminarias para empotrar en plafon, el plano de trabajo se considera a 76 centímetros sobre el piso.
- c) Las paredes en color gris, plafon blanco.
- d) El mantenimiento bueno, con reemplazos programados de lámparas.
- e) El sistema de iluminación opera 24 horas al día, durante 7 días a la semana.

PASO 1.- Nivel de iluminación 500 luxes

PASO 2.- Gabinete con lámparas fluorescentes de bajo brillo (El análisis se hará para gabinete de 3 x 32w.). Lámpara de 32w, blanco frío, 3050 lúmenes iniciales, vida promedio 20,000 hrs. temperatura de color 4100 °k.

PASO 3.- Modelo refractogrid, marca Holophane.

(Se anexa información fotométrica, Ver tabla V en el apéndice).

Máximo espaciamiento 1.4 veces la altura de montaje.

Longitudinalmente 1.2. , Transversalmente 1.4.

Cálculo del número de luminarias requeridas.

A) i Cavidad de techo

$$CCR = \frac{(5)(0)(20.8 \cdot 12 \cdot 12.85)}{(20.8 \cdot 12.85)} = 0$$

ii Cuidad de cuarto

$$RCR = \frac{(5)(1.94)(20.8 + 12.85)}{(20.8 \cdot 12.85)} = 1.22$$

iii Cuidad de piso

$$RCR = \frac{(5)(0.76)(20.8 - 12.85)}{(20.8 \cdot 12.85)} = 0.478$$

B) Factores de reflexión estimados según características de techo y paredes.

Reflectancia de pared 50%

Reflectancia de techo 70%

C) Reflectancias efectivas (Basados en tablas C.H. Domex, Reflectancia efectiva de techo)

Si el radio de cavidad de techo = 0

Entonces la Reflectancia efectiva = 70%

D) Determinación del coeficiente de utilización (Tabla V en el apéndice C.U., del luminario

Refractogrid 3x32), es:

$$RCR = 1.22$$

Reflectancia pared 50%

Reflectancia efectiva de cavidad del techo 70%, obtenemos

Reflectancia efectiva techo 80% y pared 50% = C.U. = 0.71

C.U. para Reflectancia eléctrico techo 50% y pared 50% = C.U. = 0.67 Interpolando tenemos:

$$\frac{0.71 - 0.67}{80 - 50} = \frac{X - 0.67}{70 - 50}$$

$$X = \left(\frac{0.71 - 0.67}{30} \cdot 20 \right) + 0.67$$

Por lo tanto el coeficiente de utilización es C.U. = 0.697

E) Determinación del factor de mantenimiento (De la tabla III, en el apéndice)

Bajo condiciones de operación buena, para lámparas fluorescentes el factor de mantenimiento es F.M. = 0.75

F) No. de luminarias requeridas

$$No. = \frac{(50 \cdot 20.8 \cdot 12.85)}{(9150 \cdot 0.697 \cdot 0.75)} = 27.95$$

Esto implicaría utilizar 28 luminarias.

PASO 4.- DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS

Las dimensiones del local nos muestran una longitud de 1.62 veces mayor que el ancho, en esa misma proporción pueden haber más luminarias respecto al ancho.

De acuerdo a características técnicas del fabricante, el espaciamiento máximo transversal que debemos observar es 3.78 metros y longitudinalmente 3.24 metros, con el objetivo de obtener la mejor uniformidad de iluminación.

Analizando la geometría del local observamos que tendrá 33 ½ módulos a lo largo por 20 ½ módulos a lo ancho aproximadamente. Esto implica la distribución siguiente:

Longitudinalmente 7 gabinetes con espaciamiento inicial de 1 módulo, final ½ módulo e intermedio 3 módulos.

Transversalmente 4 gabinetes con espaciamento inicial de 2 módulos, final 2 ½ módulos e intermedio 4 módulos. Esto nos da un total de 28 gabinetes con espaciamento; longitudinal y transversal entre centros de 3.10 metros, estando dentro de los parámetros recomendados por el fabricante y con un nivel promedio de iluminación de:

$$Lux\ prom = \frac{(28 \cdot 9150 \cdot 0.697 \cdot 0.75)}{(20.8 \cdot 12.85)}$$

NF prom. 501 Lux.

Ver figura 9 Alumbrado Interior.

4.2.2. CIRCUITOS DERIVADOS

Para el cálculo de los alimentadores de los circuitos derivados nos basaremos en los artículos 210-19 nota 4, 220-3a, 430-22a, 430-24 y 645-5a), de la NOM-001-SEAP-1994.

Artículo 210-19:Nota 4: 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 en el circuito alimentador, procurando que en cualquiera de ellos la caída de tensión, no sea mayor de 3%.

Artículo 220-3a):La capacidad del circuito derivado no debe ser menor que la suma de la carga no continua más el 125% de la carga continua.

Artículo 430-22a):Los conductores derivados para alimentar un solo motor deberán tener capacidad no menor al 125% de la corriente nominal del motor a plena carga.

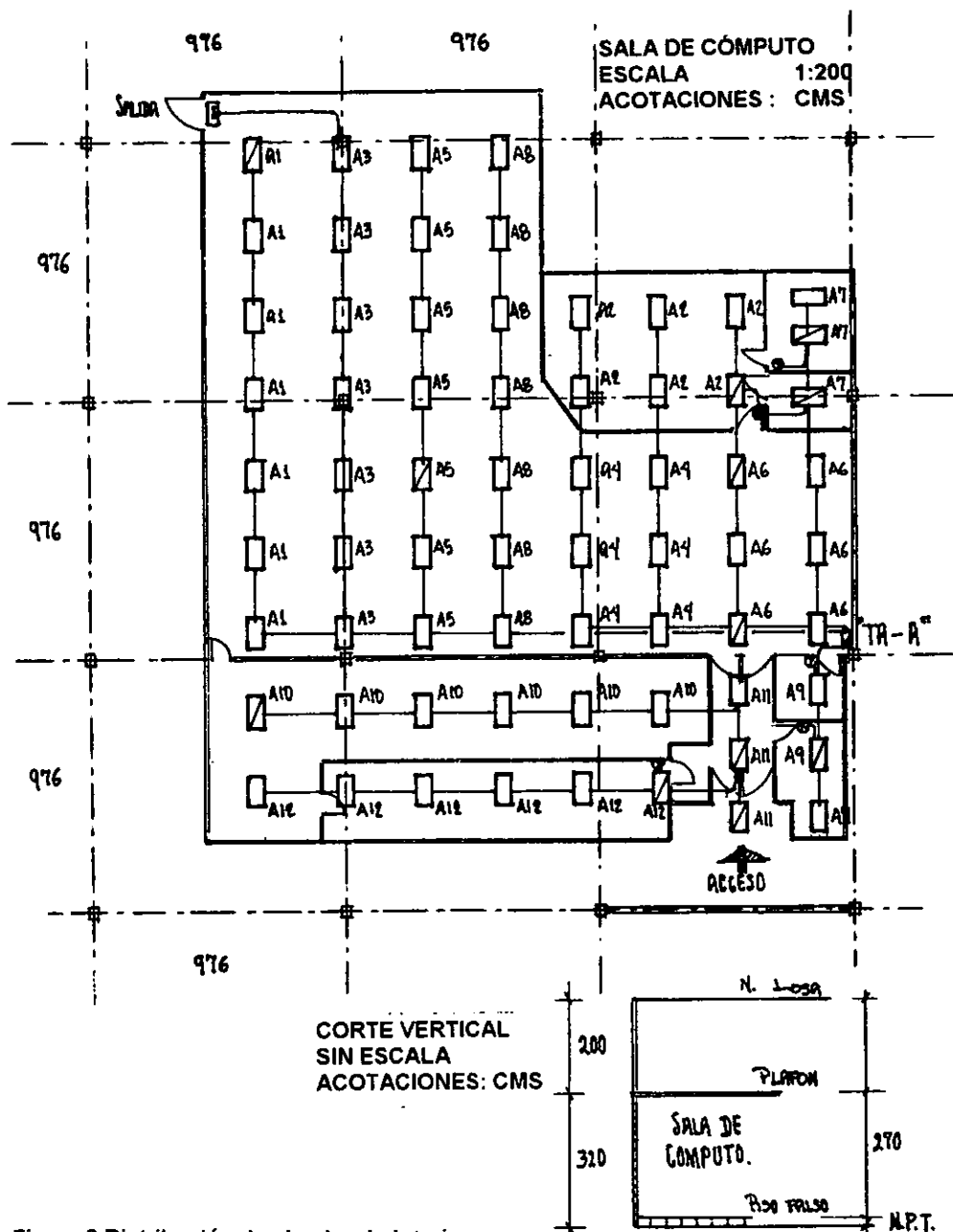


Figura 9 Distribución de alumbrado interior

Artículo 430-24: Los conductores que alimentan varios motores o la combinación con otras cargas, deberán tener una capacidad de conducción de corriente, igual a la suma de las corrientes a plena carga nominal de todos los motores, más el 25% de la corriente nominal del motor mayor del grupo, más la corriente nominal de las otras cargas.

Artículo 645-5: a) Los conductores derivados que alimenten a una o más unidades de un sistema de procesamiento de datos, tendrán una capacidad no menor del 125% del total de la carga conectada.

De acuerdo a estos artículos y por medio de las tablas de ampacidad, sección transversal y características de los conductores; así como las tablas de las áreas de tuberías, se obtendrá la selección de conductores.

Con el fin de simplificar los cálculos y hacer más comprensible el procedimiento se procederá a abarcar en cada equipo la selección alimentador, canalización y la selección del interruptor. (incisos 4.2.2, 4.2.4 y 4.2.5)

Nombre del tablero o carga: Alumbrado SITE

DATOS

CARGA: 895 VA F.P.= 0.9 F.CORR. TEMP. 1.0

VOLTAJE: 127 VOLTS. F.CORR. AGRUP. 0.7 e% 2.0

LONGITUD: 18 M

CÁLCULO DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO.

$$I = \frac{895}{127} = 7.04 \text{ AMP}$$

I int = 1.25x7.04= 8.8 AMP. Interruptor IP-15A

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CORRIENTE.

$$I_{corr} = \frac{I_{con}}{F_{c.a} \cdot F_{c.t}} = \frac{7.04}{0.7 \cdot 1.0}$$

Implica un calibre No. 14 AWG. THW 60°C

Cálculo del alimentador por caída de voltaje (e%)

$$S = \frac{4LI}{E_n \cdot e^{\%}} = \frac{4 \cdot 18 \cdot 7.04}{127 \cdot 2} = 1.995 \text{ mm}^2$$

Implica un calibre No. 14 AWG

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR.

Capacidad IP-15A

Implica un calibre No.12 AWG THW a 60°C

$$I = (20)(1)(1)(0.7) = 14 \text{ AMP}$$

Finalmente el alimentador seleccionado será en base al interruptor termomagnético y de acuerdo a la protección del conductor seleccionado 12AWG. THW a 75°C

2-12 AWG.

1-12V Para puesta a tierra del equipo.

La selección de la tubería será en función del número total de conductores que alojarán en ella, de acuerdo a tabla 5 de la NOM. La dimensión del conductor con aislamiento termoplástico.

12 AWG. THW tiene una sección de 12.57 mm²

Si la tubería alojara un total de

8-12
1-12V

Entonces $AT = 12.57 \times 9 = 113.13 \text{ mm}^2$

Y el área disponible de la tubería para una instalación nueva será de 30%, esto implica

$$ACORR = \frac{113.13}{0.3} = 377.10$$

Lo cual corresponde a una tubería conduit. 25mm de diámetro nominal, cuya área interior total es de 555 mm²

Finalmente la sección denominada P estará formada

8-12 1-12 T-25mm Ø

Nombre del tablero o carga: Contactos de servicio general.

DATOS.

CARGA:	1440 VA	F.P. = 0.9	F.CORR TEMP. = 1.0
VOLTAJE:	127 VOLTS	F.CORR.AGRUP= 0.8	e% =2.0
LONGITUD:	25 M		

CÁLCULO DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO.

$$I = \frac{1440}{127} = 11.34 \text{ AMP}$$

$I_{int} = 1.25 \times 11.34 = 14.17 \text{ AMP}$. lo cual implica un interruptor de 15A pero para contactos estamos tomando el siguiente criterio, calibre mínimo 10 AWG. e interruptor 20A

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CORRIENTE.

$$I_{corr} = \frac{11.34}{0.8 \cdot 1.0} = 14.175 \text{ AMP}$$

Implica un calibre No. 14 AWG. THW 60°C

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CAÍDA DE VOLTAJE.

$$S = \frac{4 \cdot 25 \cdot 11.34}{127 \cdot 2} = 4.46 \text{ m}^2$$

Implica un calibre 10 AWG THW

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR.

SI CAPACIDAD IP-20A

$$I = (30)(C1)(1)(0.8) = 24 \text{ AMP}$$

Finalmente el alimentador será.

2-10
1-12 V

Y la selección de la tubería conduit será para

6-10 AWG. 1-12 V T-25 mm Ø

Nombre del tablero o carga: BOMBA PARA AGUA HELADA

CARGA:	5.0 H.P	F.P. =	0.85	F.CORR TEMP.	1.0
VOLTAJE:	220 VOLTS	F.CORR AGRUP	1.0	e% =	2.0
LONGITUD:	15.0 m	μ =	0.83		

Cálculo de interruptor del circuito derivado y fallas a tierra. Para un motor con arranque a tensión plena de acuerdo a la norma la protección no debe exceder.

Interruptor termomagnético < 250 % I plena carga

De tablas de la NOM. para motores trifásicos de corriente alterna a 220 v

$I_{p.c.} = 15.9 \text{ AMP.}$

$I_p = 15.9 \times 2 = 31.80 \text{ Amp.}$

Utilizamos un interruptor 3P-30 Amp.

Cálculo del alimentador por corriente

De acuerdo a la norma el alimentador.

ESTO NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

$I_{n \text{ cto}} = I_{p.c.} + 0.25 I_{p.c} = 15.90 \times 1.25$

$I_{n \text{ cto}} = 19.87 \text{ AMP.}$

$$I_c = \frac{I_{n \text{ cto}}}{F.C.T. \cdot F.C.A} = \frac{19.87}{1.0 \cdot 1.0}$$

$I_c = 19.87 \text{ AMP.}$

Implica un calibre 12 AWG. THW a 60°C

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CAÍDA DE VOLTAJE

$$S = \frac{2 \cdot \sqrt{3} L I}{E_f \cdot e\%} = \frac{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 15 \cdot 19.87}{220 \cdot 2}$$

$$S= 2.34 \text{ mm}^2$$

Corresponde a un calibre No. 14 AWG.

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR:

CAPACIDAD 3P-30A

IMPLICA UN CALIBRE No. 10 AWG. THW a 60°C.

$$I= (30)(1)(1)(1) = 30 \text{ AMP.}$$

FINALMENTE EL ALIMENTADOR DERIVADO SERÁ

3-10
1-12V
T-19 MM Ø

La selección del arrancador del motor a tensión plena, de acuerdo al catálogo de Square D

Arrancador magnético a tensión plena clase 8536, 3 polos, tamaño 1, 220V, c.p. max 7 ½ HP. , 3F, caja para usos generales tipo 1 SCG-3, catálogo 8536 SCG-3 V03 con juego de elementos térmicos B25.0

Nombre del tablero o carga: Unidad generadora de agua helada

LCHA-40

DATOS: Dos sistemas cada uno con 1 compresor trifásico $I_{nom}=88.5$ y tres motores de los abanicos $I_{apc}=3.8$ A

CARGA:	F.P	F.CORR	TEMP.	1.0
VOLTAJE:	220 VOLTS.	F.CORR.AGRUP. 0.8	e% 2.0	
LONGITUD:	18 MTS.			

CÁLCULO DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO:

$$I_{\text{compresor}} = 88.5 \text{ AMP.} \quad 30 \text{ C.P. (1 Motor)}$$

$$I_{\text{m(abanico)}} = 3.8 \text{ AMP:} \quad 1/3 \text{ C.P. (3 Motores)}$$

Para arranque del motor a tensión reducida.

$I_{\text{int.}}$ será mayor del 150% $I_{\text{p.c.}}$

$$I_{\text{int.}} \sim 1.5 \times 88.5 + \sum I_{\text{n otros motores}}$$

$$I_{\text{int.}} = 1.5 \times 88.5 + 3.8 \times 2 = 140.35 \text{ AMP.}$$

Utilizando un interruptor 3P-150 AMP.

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CORRIENTE.

De acuerdo a la norma I_{nccto} derivado de un grupo de motores

$$I_{\text{nccto}} = I_{\text{p.c. Motor mayor}} \times 1.25 + \sum I_{\text{p.c. otros motores}}$$

$$I_{\text{nccto}} = 88.5 \times 1.25 + 3.8 + 3.8 = 118.23 \text{ AMP.}$$

$$I_c = \frac{I_{\text{nccto}}}{FC.A. \cdot FC.T} = \frac{118.23}{0.8 \cdot 1.0} = 147.78 \text{ AMP}$$

Implica un calibre 1/0 AWG THW a 75°C.

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CAÍDA DE VOLTAJE.

$$S = \frac{2\sqrt{3}LI}{E_{\text{fe}}\%} = \frac{2\sqrt{3} \cdot 18 \cdot 118.23}{200 \cdot 2} = 16.75 \text{ mm}^2$$

Implica un calibre 4AWG

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR.

CAPACIDAD 3P-150A CORRIENTE NORMALIZADA 125A.

Para un conductor 1/0 AWG. $I_n = 150A$ a $75^\circ C$.

$$I = (150)(0.8)(1.0)(1.0) = 120 \text{ AMP:}$$

Esta capacidad no es mayor a la corriente normalizada del interruptor de 150 A.

Se tienen dos soluciones para este caso.

a) Utilizar un conductor de sección mayor, 2/0 AWG.

$$\text{Así } I = (175)(0.8)(1)(1) = 140 \text{ AMP.}$$

Y cumplimos $I > I$ normalizada del interruptor.

b) Utilizando charola para los circuitos derivados y el mismo calibre

$$\text{así } \text{F.C.A.} = 1.0$$

$$\text{así } I = (150)(1)(1) = 159$$

Y cumplimos con la corriente normalizada del interruptor.

Por factibilidad en campo y costos la solución será el inciso (b), de acuerdo a la norma, tabla 250-95 la sección mínima del conductor de puesta a tierra para la canalización y equipos en base al dispositivo de sobrecorriente; será 6 awg, nosotros utilizamos 4 awg.

Finalmente.

3-1/0 awg
1-4v
T-51 mm Ø

Nombre del tablero o carga: Unidad manejadora de agua de 20 toneladas, refrigeración especial para salas de cómputo.10, 500 PCM.

DATOS:

CARGA: 1 Compresor trifásico $I_{pc} = 84.0$ AMP; 30 C.P.
3 Abanicos con motor $\frac{1}{2}$ H.P. $I_{p.c} = 4.0$ AMP.
VOLTAJE: 220 volts F.CORR. A GRUP 1.0
LONGITUD: 100 MTS. F.CORR. TEMP 1.0 $e\% \sim 2.5$

CÁLCULO DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO

Para arranque del motor mayor a tensión reducida.

I_{int} No será mayor 150% $I_{p.c}$.

$I_{int} \sim 1.5 I_{p.c. \text{ mayor}} + \sum I_{p.c. \text{ otros motores}}$

$\approx 1.5 \times 84.0 + 4.0 + 4.0 = 134.00$ AMP.

Utilizamos un interruptor 3P-150 AMP.

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CORRIENTE.

$I_{cto} = 1.25 \times 84.0 + 4.0 + 4.0 = 113.0$

$$I_c = \frac{113.00}{1.1} = 113.00 \text{ AMP}$$

Se considera un calibre 1/0 AWG THW a 75°C

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CAÍDA DE VOLTAJE.

$$S = \frac{2\sqrt{3} \cdot 100 \cdot 113.00}{220 \cdot 2.5} = 71.17 \text{ mm}^2$$

Corresponde a un calibre 3/0 AWG.

Si analizamos esta corriente solo existirá al arranque de motor mayor por un tiempo muy corto (1 ciclo) esto implica que podemos utilizar una sección menor.

Y tendremos una caída para el caso más crítico.

Si utilizamos 2/0 AWG. cuya sección es 67.43 mm²

$$e\% = \frac{2\sqrt{3} \cdot 100 \cdot 11300}{200 \cdot 67.43} = 264$$

Que no es un caso crítico considerando que el interruptor termomagnético de este equipo se ubicara en el cuarto de la subestación eléctrica, lo cual implica una distancia muy corta y por lo tanto una caída no considerable para el circuito alimentador.

Si consideramos que la alimentación a dichos equipos comparten ya la misma canalización, con fin de abatir costos tendremos:

6-2/0 AWG, Por canalización.

2-2 V

Entonces F.C.A. = 0.8

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR.

CAPACIDAD 3P-150 A

CORRIENTE NORMALIZADA 125 A

Para un conductor 2/0

I_n = 175 A

$$I = (175) (0.8) (1.0) (1.0) = 140 \text{ AMP.}$$

Por lo tanto cumple I > I normalizada del interruptor.

Finalmente por cada 2 equipos.

6-2/0 AWG. 2-2 V T-64 mm Ø

Para el cálculo de los circuitos derivados del equipo de cómputo, se tomaran los siguientes criterios recomendados por el fabricante:

a) La caída máxima para el circuito derivado sea como máximo 2%

b) La capacidad como mínimo para conductores e interruptores termomagnéticos será superior al 150% de la corriente nominal y no mayor 200%

Como consideración adicional, se tendrá que las distancias de tablero a equipos no serán mayor a 30 metros.

Nombre de la carga: Unidad central de proceso 9021-821

CARGA:	38.981 KVA	F.C.A.	1.0
VOLTAJE:	208 VOLTS	F.C.T.	1.0
e %	2.0		

CÁLCULO DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO.

$$I_n = \frac{38981}{\sqrt{3} \cdot 208} = 108.20 \text{ AMP}$$

$$I_{int} = 1.5 I_n = 1.5 \times 108.2 = 162.3 \text{ AMP}$$

Entonces utilizamos un interruptor de

3P-175 AMP.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR POR CORRIENTE.

$$I_{cto} = 1.5 \times 108.2 = 162.3 \text{ AMP}$$

$$I_c = \frac{162.30}{1 \cdot 1} = 162.30 \text{ AMP}$$

Se selecciona un conductor

2/0 AWG, THW-LS A 75 °C

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR.

Capacidad 3P-175 A Si la corriente normalizada es de 150 A

Implica un calibre 2/0 AWG (175 A)(1 H/F THW 75°C)

$$I = (175)(1)(1)(1) = 175A$$

Finalmente el alimentador seleccionado será:

3-2/0 AWG. 1-4 V AWG. T-51 mm Ø

Nombre de la carga: Impresora de matriz de banda 4245-20

CARGA: 6.2 KVA F.C.A. 1.0

VOLTAJE: 208 V F.C.T. 1.0

e% 2.0

CÁLCULO DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO.

$$I_n = \frac{6200}{\sqrt{3} \cdot 208} = 17.209 \text{ AMP.}$$

$$I_{int} = 1.5 I_n = 1.5 \times 17.209 = 25.81 \text{ A}$$

Se utiliza un interruptor de 3P-30A

CÁLCULO DEL CONDUCTOR POR CORRIENTE.

$$I_{co} = 1.5 \times 17.209 = 25.81 \text{ A}$$

$$I_c = \frac{25.81}{1 \cdot 1} = 25.81$$

Seleccionamos un conductor.

10 AWG, THW A 60°C

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR.

Capacidad 3P - 30A, Corriente normalizada 25 AMP.

$$I = (30)(1)(1)(1) = 30A$$

$I > I$ normalizada Finalmente.

3-10 AWG
1-10v
T-19 mm Ø

Para la implementación de la tabla siguiente se sigue el mismo criterio de cálculo anterior.

así tendremos:

NOMBRE DE LA CARGA	CARGA VA	VOLTAJE	NOM. AMP	INT.	NO. Y CAL. AWG/MCM	CONDUT
UNIDAD DE DISCOS 3380-AK4	5850	208V/3F	16.24	3P - 30A	4 - 10	19 mm.
IMPRESORA LÁSER 3825	5030	208V/3F	13.96	3P - 20A	4 - 12	13 mm.
ENFRIADOR DE LIQUIDO (CHILLERS) 8927-1	4926	208V/3F	13.67	3P - 20A	4 - 12	13 mm.
CONMUTADOR HARRIS	4400	208V/1F	21.15	2P - 30A	3 - 10	19 mm.
UNIDAD DE CINTAS 3420-8	4376	208V/3F	12.14	3P - 20A	4 - 12	13 mm.
CONTROL DE COMUNICACIONES 3745	4000	208V/3F	11.10	3P - 15A	4 - 12	13 mm.
EQUIPO DE COMUNICACIONES 20-20	3600	208V/3F	9.99	3P - 15A	4 - 12	13mm.
UNIDAD DE CONTROL DE DISCOS 3990-G3	3000	208V/3F	8.32	3P - 15A	4 - 12	13 mm.
PROCESADOR H.P.	3000	208V/1F	14.42	ZP - 20A	3 - 12	13 mm.
EQUIPO DE TELEPROCESO PRIME	2300	120V/1F	19.16	IP - 30A	3 - 10	13 mm.
CONTROLADOR DE TELEPROCESO TANDEM	2200	120V/1F	18.33	IP - 30A	3 - 10	13 mm.
PROCESADOR H.P.	2200	120V/1F	18.33	IP - 30A	3 - 10	13 mm.
UNIDAD DE DISCOS 3390-B28	2200	208V/3F	6.106	3P - 15A	4 - 12	13 mm.
UNIDAD DE DISCOS 3390-A28	4404	208V/3F	12.22	3P - 20A	4 - 12	13 mm.
UNIDAD DE CONTROL DE CINTAS Y CARTUCHOS 3803-2	1800	208/3F	4.99	3P - 15A	4 - 12	13 mm.
UNIDAD CENTRAL DE PROCESO 9022-1*	1606	120V/1F	13.38	1P - 20A	3 - 12	13 mm.
RACK TELENDET	1400	120V/1F	11.66	1P - 20A	3 - 12	13 mm.
RACK DT US	1200	120V/1F	10.00	IP - 15A	3 - 12	13 mm.

4.2.3. ALIMENTADORES GENERALES

Nombre del tablero: "TA-A", Tablero de alumbrado

CARGA:	7705 VA	F.P.	0.9
VOLTAJE:	220 V/3F-4H	F.C.A.	0.8
LONGITUD:	15 MTS.	e%	2.0
F. DEMANDA	1.0		

CÁLCULO DEL INTERRUPTOR GENERAL.

$$I = \frac{7705}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0.9} = 22.46 \text{ AMP}$$

$$I_{int} = (1.25)(22.46) = 28.08$$

Entonces el int. 3P-30A

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CORRIENTE.

$$I_{corr} = \frac{28.08}{0.8 \cdot 1.0} = 35.1048 \text{ AMP}$$

Implica un calibre 8 AWG: a 60°C

$$\text{Comprobación } (40)(1)(0.8) = 32 \text{ AMP.}$$

$$32 \text{ A} > 28.08 \text{ A}$$

Finalmente el alimentador seleccionado será:

T-25 mm Ø 4-8 AWG. 1-10 V

Nombre del tablero: TA-B, Tablero de servicios

CARGA:	4320 VA	F.P.	0.9
VOLTAJE:	220 V/3F-4H	F.C.A.	1.0
F.D.:	1.0	e %	2.0

CÁLCULO DEL INTERRUPTOR GENERAL.

$$I = \frac{4320}{\sqrt{3} \cdot 220} = 11.33 \text{ AMP}$$

$$I_{\text{int.}} = (1.25)(11.33) = 14.17$$

Interruptor 3P-15A

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CORRIENTE.

$$I_{\text{orr}} = \frac{14.17}{1 \cdot 1} = 14.17 \text{ AMP}$$

Corresponde a un 14 AWG.

De acuerdo a la NOM., en su artículo 215-2 a) el conductor mínimo a emplear será 10 AWG.

Y previendo un margen de crecimiento; utilizaremos un interruptor de 3P-20A

Finalmente

T-19mm Ø 4-10 awg. 1-10 v

Nombre del tablero: TA-C Tablero de alumbrado y servicios:

CARGA:	2928	F.P.	0.9
VOLTAJE:	220 V	F.C.A.	1.0
F.D.	1.0	e %	2.0

En base al criterio anterior utilizaremos:

T-19 mm Ø
4-10 awg.
1-10 v

Nombre del tablero: "TA-GA", Tablero de generadoras de agua helada.

CARGA	H.P	KW	IN (A)	
UNIDAD GENERADORA	31.00	23.126	96.1	250 A (M) 150 A (D)
AGUA HELADA LCHA-40	31.00	23.126	96.1	
UNIDAD GENERADORA	31.00	23.126	96.1	
AGUA HELADA LCHA-40	31.00	23.126	96.1	
UNIDAD GENERADORA	31.00	23.126	96.1	
AGUA HELADA LCHA-40	31.00	23.126	96.1	
TOTAL	186.0	138.756		

$$I_N = \frac{H.P. \cdot 746}{\sqrt{3} \cdot E_f \cdot F_p \cdot \mu} \quad \text{Si } F.P. = 0.7176 \text{ y } \mu = 9.88$$

$$I_N = \frac{(186)(746)}{(\sqrt{3})(220)(0.7176)(0.8)} = 576.6 \text{ AMP}$$

CARGA INSTALADA = 138.756 K.W

CARGA DEMANDADA = 138.756 (F.D.) Si F.D. = 0.6

CARGA DEMANDADA = 138,756x0.6 = 83.2476 KW

$I_{ND} = F.D.$ (Corriente nominal - La corriente más grande)

CÁLCULO DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO.

Si $I_{ND} = 0.6 (576.6 - 96-1) = 288.3 \text{ AMP.}$

$I_{int} < \text{Capacidad o ajuste de protección del motor mayor} + \sum I_{nd}$

$I_{int} < 150 + I_{ND} = 150+288.3$

$I_{int} < 438.3 \text{ AMP.}$

Por lo tanto utilizamos un interruptor 3P-400A

$$\frac{400.A(M)}{400.A(D)}$$

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR AMPACIDAD.

$I_{con} = 25\% \text{ Motor Mayor} + Inc$

$$Inc = \frac{8327.6}{(\sqrt{3})(220)(0.88)(0.7176)} = 345.96.AMP$$

$I_{con} = 24.025 + 345.96 = 369.985 \text{ AMP.}$

$$I_{corr} = \frac{I_{cond}}{(Fct)(FCA)}$$

Si la canalización de este alimentador se hace por charola compartiendo la canalización con el alimentador del tablero de bombas de agua helada. Entonces, de acuerdo al artículo 318-11 2) cables de 1/0 hasta 500 MCM, su capacidad de corriente no sobrepasara el 65% de la tabla 310-17

Así $I_{correg} = \frac{369.985}{(1)(0.65)} = 569.207.AMP$

Según la tabla 310-17 corresponde al calibre 500 MCM. a 75°C

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE VOLTAJE.

$$S = \frac{2\sqrt{3}LI}{E\%} \quad \text{SI } L=100m.$$

$$S = \frac{(2)(\sqrt{3})(100)(369.985)}{(220)(2.5)} = 233.03$$

Cuya sección corresponde a un conductor 500 MCM.

Y la caída será:

$$e \% = \frac{(2)(\sqrt{3})(100)(369.985)}{(220)(253.4)}$$

e % = 2.3 Que es adecuada.

Finalmente

3-500 MCM. 1-1/0 T.F. CHAROLA 15 cms (6")

Nombre del tablero "TA-BA" Bombas agua helada

RESUMEN DE CARGAS

CARGA	H.P.	KW	IN(A)
BOMBA 1	5	3.73	15.9
BOMBA 2	5	3.73	15.9
TOTAL	10.0	7.46	

100 A (M)
30A (D)

$$\text{CARGA DEMANDADA} = 7460 \times 1 = 7460W$$

Debido a que estas bombas serán alimentadas por el "UPS" y la tensión entre fases es de 208 VCA; entonces

$$IN = \frac{KW}{(Ef)(\sqrt{3})(F.P)(\mu)} \quad \text{Si } \mu=0.83$$

$$IN = \frac{7460}{(208)(\sqrt{3})(0.74)(0.83)} = 33.714 \text{ AMP} \quad \text{F.P}=0.74$$

CÁLCULO DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO.

$$IP < \text{Protección motor mayor} + \sum In$$

$$< 30 + 16.86 \text{ AMP.} = 46.86 \text{ AMP.}$$

Que corresponde 3P-40A Pero por recomendaciones del fabricante utilizaremos 3P-50A

CÁLCULO DE ALIMENTADOR POR AMPACIDAD.

$$\begin{aligned} I_{\text{cond}} &= 25\% \text{ motor mayor} + \sum I_n \\ &= 4.21 + 33.71 = 37.92 \text{ AMP.} \end{aligned}$$

Como el alimentador será del tipo multiconductor utilizaremos la tabla 310-16 y se selecciona el siguiente conductor:

8 AWG a 60°C

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR CAÍDA DE VOLTAJE.

$$S = \frac{2\sqrt{3}LI}{E_f \bullet e\%}$$

$$S = \frac{(2)(\sqrt{3})(100)(37.92)}{(208)(2.5)} = 25.26 \text{ mm}^2$$

El que corresponde a un calibre 2 awg. Si utilizamos un 4 awg, cuya sección es 21.15 mm² entonces

$$e\% = \frac{(2)(\sqrt{3})(100)(37.92)}{(208)(21.15)}$$

$$e \% = 2.985$$

Considerando que la caída del circuito derivado es de e % = 0.94

Y de acuerdo a la NOM, la caída total desde la acometida hasta la carga más alejada no será mayor del 5% y en cualquiera de los circuitos, derivado y alimentador no será mayor del 3%, entonces el 4 AWG, es adecuado.

Finalmente

3x4 +1x8 (Multiconductor a 75°C)

Nombre del tablero o carga: "DC-1" Tablero de distribución para equipo de cómputo.

RESUMEN DE CARGAS " DC-1"

CARGA	KVA	VOLTAJE	KW	IN(A)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL KVA
CONTROLADOR TELEPROCESO TANDEM	2.20	120V/1F		18.33	2	4.400
EQUIPO DE TELEPROCESO PRIME	2.30	120V/1F		19.16	1	2.30
EQUIPO DE TELEPROCESO FUTURO	2.10	120/1F		17.50	1	2.10
CONMUTADOR HARRIS	4.40	208/1F		21.15	3	13.20
EQUIPO DE COMUNICACIONES 20-10	3.60	208/3F		9.99	3	10.80
CONTROL DE COMUNICACIONES INTERNA	0.66	120V/1F		5.50	4	2.64
EQUIPO DE PRUEBAS DE COMUNICACION	1.10	120V/1F		9.16	1	1.10
EQUIPO DE COMUNICACIONES MDF	1.20	120V/1F		10.00	2	2.40
CONTROL DE COMUNICACIONES EXTERNA	4.00	208V/3F		11.10	1	4.00
RACK TELENET	1.40	120V/1f		11.66	2	2.80
RACK TELENET MODEMS	1.40	120V/1F		11.66	4	5.60
RACK MICROONDAS	1.40	120/1F		11.66	3	4.20
RACK SATÉLITE	1.40	120V/1F		11.66	3	4.20
RACK DTU'S	1.20	120V/1F		10.00	1	1.20
VIDEOS (8 equipos)	1.52	120V/1F		12.60	1	1.52
VIDEOS (6 equipos)	1.14	120V/1F		9.50	1	1.14

Carga instalada 63.6 KVA

Para el cálculo del circuito alimentador consideraremos un factor de potencia basado en la operación simultanea solo de algunos equipos, así F.P. = 0.78

CARGA DEMANDADA = 63.6 x 0.78 = 49.608 KVA

$$IN.D = \frac{KVA}{\sqrt{3}Ef} = \frac{49.608}{\sqrt{3} \cdot 0.208}$$

De acuerdo a la NOM ART. 645.5 la capacidad de los conductores para equipo de cómputo no será menor del 125% del total de la carga conectada.

Y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante tanto conductores como protecciones tendrán un margen del 150% respecto a la carga demandada.

CÁLCULO DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO.

$$IP = IND \times 1.5 = 137.70 \times 1.5 = 206.55 \text{ AMP.}$$

Esto implica un INT. 3P-200 A

CÁLCULO DE ALIMENTADOR POR AMPACIDAD.

$$IC = 137.70 \times 1.5 = 206.55 \text{ AMP.}$$

Que corresponde a un conductor 4/0 AWG. a 75°C

Si la distancia es 18 mts. desde tablero UPS a DC-1 la caída será:

$$e\% = \frac{(2)(\sqrt{3})(18)(206.55)}{(208)(107.20)} = 0.577$$

Para la selección del neutro. Con la finalidad de evitar armónicas y de acuerdo a las recomendaciones del IEEE Std 1100. El neutro y la tierra física; será del mismo calibre del de las fases.

Entonces

T-76mm Ø 3-4/0 1-4/0 N 1-4/0 T.F.
--

Nombre del tablero: "DC-2" Tablero de distribución para equipo de cómputo.

RESUMEN DE CARGAS " DC - 2 "

CARGA	KVA	VOLTAJE	IN(A)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL KVA
UNIDAD DE CONTROL DE DISCOS 3990	3.00	208V/3F	8.32	1	3.00
UNIDAD DE DISCO 3390-A28	4.404	208/3F	12.22	4	17.616
UNIDAD DE DISCOS 3380-AJ4	3.90	208/3F	10.825	2	7.80
IMPRESORA LÁSER 3825	5.03	208/3F	13.96	1	5.03
IMPRESORA DE MATRIZ DE BANDA	6.20	208/3F	17.21	1	6.20
UNIDAD DE CONTROL DE CINTAS Y C.	1.80	208/3F	4.99	1	1.80
UNIDAD DE CINTAS 3420-8	4.376	208/3F	12.14	1	4.376
PROCESADOR H.P "C"	2.20	120/1F	18.33	1	2.20
PROCESADOR H.P "A"	3.00	208/1F	14.42	1	3.00

CARGA	KVA	VOLTAJE	IN(A)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL KVA
CONSOLAS 3206 - 100 (2 eqs.)	0.20	120/1F	1.67	1	0.2
CONSOLAS 3206 -100(3 equipos)	0.3	120/1F	2.50	2	0.6
CONTROL DE ACCESO	0.27	120/1F	2.25	4	1.08
TERMINAL H.P (2 equipos)	0.96	120/1F	8.00	3	2.88
TERMINAL H.P (1 equipo)	0.48	120/1F	4.00	4	1.92
ILUMINACIÓN EMERGENCIAS	0.60	120/1F	5.00	1	0.60
DETECTORES/EXTINGUIDORES	1.20	120/1F	10.00	1	1.20

Carga Instalada 59.502

Carga Demandada $59.502 \times 0.78 = 46.41$ KVA

$$Ind - \frac{KVA}{3 \cdot Ef} = \frac{46.41}{(3 \cdot 0.208)} = 128.82$$

CÁLCULO DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO.

$$IP = IND \times 1.5 = 128.22 \times 1.5. = 193.236$$

Seleccionamos un INT. 3P-200A

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR AMPACIDAD:

$$IC \geq 128.22 \cdot 1.5 = 193.236$$

Que corresponde a un conductor 3/0 AWG. Previendo los aumentos futuros tanto el "DC-1" como el "DC-2" se preparan para una carga demandada futura de 50 KVA cada uno, así.

<p>T - 76mm Ø 3-4/0 1-4/0 N 1-4/0 T.F.</p>

Nombre del tablero: DC-3", Tablero de distribución para equipo de cómputo.

RESUMEN DE CARGAS " DC - 3 "

CARGA	KVA	VOLTAJE	IN (A)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL KVA
UNIDAD CENTRAL DE PROCESO 9021 - 821	38.981	208V/3F	108.20	2	77.962
UNIDAD CENTRAL DE PROCESO 9022 - 1*	1.606	120V/1F	13.38	2	3.212
ENTRADA/SALIDA DE SECUENCIA POSITIVA 9023 - 1	0.107	120V/1F	0.891	2	0.214
ENFRIADOR DE LIQUIDO (CHILLERS) 9027 - 1	4.926	208V/3F	13.67	2	4.852
UNIDAD DE CONTROL DE DISCOS 3990 - G3	3.00	208V/3F	8.327	2	6.00
UNIDAD DE DISCOS 3390 - B28	2.2	208V/3F	6.106	1	2.2
UNIDAD DE DISCOS 3390 - A28	4.404	208V/3F	11.21	2	8.808
UNIDAD DE DISCOS 3380 - AK4	5.85	208V/3F	16.24	1	5.85
UNIDAD DE DISCOS 3380 - AJ4	3.90	208V/3F	10.83	1	3.90
IMPRESORA LÁSER 3825	5.03	208V/3F	13.96	1	5.03
IMPRESORA DE MATRIZ DE BANDA 4245	6.20	208V/3F	17.21	1	6.20
UNIDAD DE CONTROL CINTAS Y CARTUCHOS 3480 - A22	1.00	120V/1F	8.33	1	1.00
CONSOLA 3206 - 100	0.2	120V/1F	1.66	4	0.80

CARGA INSTALADA = 130.028 KVA.

CARGA DEMANDADA = 130.028 x 078 = 101.4218

$$IND = \frac{101.4218}{(\sqrt{3})(0.208)} = 281.42AMP$$

CÁLCULO DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO.

Para este tablero se tiene la carga más grande en la unidad central de proceso 9021-821 y su protección considera un margen del 150% IN por lo cual la protección se obtendrá

$$IP = 175 + (281.52 - 108 - 2) = 348.32 \quad \text{y la protección seleccionada será 3P-350A.}$$

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR AMPACIDAD.

$$IC > 1.5 \text{ IN equipo mayor} + \Sigma \text{ IN otros equipos.}$$

$$IC > 1.5 \times 108.2 + (281.52 - 108.2) = 335.62$$

Que corresponde a un conductor de 350 MCM a 90°C

Si la distancia es de 18 mts. del tablero general a DC-3

$$e^{\circ\circ} = \frac{(2)(\sqrt{3})(18)(335.62)}{(208)(177.3)} = 0.567$$

Finalmente

T-101 mm Ø 3-350 MCM. 1-4/0 N 1-4/0 T.F.

Nombre del tablero: "TA-UPS" tablero subgeneral de distribución alimentado por UPS:

RESUMEN DE CARGA " TA – UPS "

CARGA	KVA	VOLTAJE	IN (A)	PROTECCIÓN
TA-BA	12.1445	208 V/3F	33.71	3P – 50 A
DC-1	49.608	208 V/3F	137.70	3P – 200 A
DC-2	46.411	208 V/3F	128.82	3P – 200 A
DC-3	101.4218	208 V/3F	281.52	3P – 350 A

CARGA DEMANDADA = 209.5853 KVA

$$\text{Entonces } IND = \frac{209.5853}{(\sqrt{3})(0.208)} = 581.75 \text{ AMP}$$

SELECCIÓN DEL EQUIPO.

Los fabricantes de UPS recomiendan la utilización óptima de UPS, trabajando a un 80% de su capacidad, en parte para que el banco de baterías pueda respaldar la carga instalada en un tiempo mayor al estándar, 10 minutos y se tenga un margen de crecimiento para la

carga futura, pero como estos equipos son muy caros no podemos dar márgenes tan grandes.

Por lo cual su selección se basa en los siguientes criterios:

- a) Se ha tomado en cuenta la carga futura y se ha dejado capacidad en los tableros, así como el espacio físico necesario para los equipos.
- b) La utilización de una planta de emergencia basado en la importancia de la información que se procesa.
- c) El tiempo de transferencia del suministro a la planta de emergencia (hasta 3 intentos de 10 seg. cada uno).
- d) El proceso de selección se hace cubriendo la demandada de carga, donde el valor comercial más cercano es un equipo de 225 KVA. El fabricante proporciona las características siguientes para la selección de alimentadores y protecciones.

	ENTRADA	SALIDA AC.
VOLTAJE NOMINAL VAC (L- L)	208	208
FRECUENCIA (HZ)	60	60
CORRIENTE A PLENA CARGA (AMPS)	679	625
CORRIENTE MÁXIMA DURANTE LA RECARGA DE BATERÍAS	849	-----

CÁLCULO DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO.

Si la carga demandada = 209.5853 KVA.

Entonces
$$IND = \frac{209.5853}{\sqrt{3} \cdot 0.208} = 581.75AMP$$

Entonces $IP = \text{protección equipo mayor} + \sum IN \text{ otros equipos.}$

Si la protección mayor corresponde a la de la unidad central de proceso 9021-821, siendo de 3P-175A

Entonces $I_p = 175 + (581.75 - 108.2) = 648.55 \text{ AMP}$.

Podríamos seleccionar un interruptor 3P-700 AMP. pero en este caso y previendo la demandada total del equipo UPS nos basaremos en los datos del fabricante para la selección de la protección.

Tomando en cuenta la corriente a plena carga

$$I_{p.c} = 625 \text{ AMP}$$

Y de acuerdo a los datos del fabricante la sobrecarga máxima permitida para un tiempo no mayor de 15 minutos será del 125% del valor nominal. (Este será el valor óptimo para la selección de la protección evitando así sobrecargas que podrían dañar al equipo).

$$\begin{aligned} \text{Entonces } I_p &= 1.25 I_{p.c} \\ &= 1.25 \times 625 = 781.25 \end{aligned}$$

El valor comercial más próximo a seleccionar será 3P-800 AMP.

CÁLCULO DEL ALIMENTADOR POR AMPACIDAD.

$$I \geq 1.25 I_{p.c} = 1.25 \times 625 = 781.25 \text{ AMP.}$$

Si la canalización se hace por medio de una charola de 22.86 cms. (9") de acuerdo al artículo 318-11 b) 3) de la NOM, al mantener una separación de un diámetro entre conductores podemos utilizar los valores de corriente de la tabla 310-17. Entonces los conductores para cada fase serán 2-4/0 y para el neutro, tomando en cuenta que la mayor parte de la carga es trifásica podemos utilizar 1-4/0.

La tierra física se conectara directamente de la malla de tierras, así:

CHAROLA 22.86 cms (9") 8-4/0 THW-LS a 90°C 2-4/0 D
--

Para la protección y alimentación del equipo UPS, basado en los datos del fabricante. Si la corriente máxima durante la recarga de las baterías es:

$$I_{max} = 849 \text{ AMP.}$$

Entonces; La protección será:

$$I_p < 1.25 \times 849 = 1061.25 \text{ AMP.}$$

Seleccionado un interruptor 3P-1000A Y el alimentador será:

$$I_c > 1.25 \times 849 = 1061.25 \text{ AMP.}$$

Si utilizamos charola y mantenemos un espacio entre conductores de un diámetro, además de tomar en cuenta la protección seleccionada, tendremos de la tabla 310-17 un conductor de 300 MCM THW-LS; cuya capacidad a 90°C es 505 AMP. Esto implica utilizar 2 conductores por fase y uno para el neutro.

La charola adecuada será de 30.48 cms. (12")

Finalmente

CHAROLA 30.48 cms. 6-300 MCM THW-LS a 90°C 1-4/0 AWG.

Para la alimentación al BYPASS del UPS, considerando que su operación ocurre por una falla del equipo o al darle mantenimiento, esto implica la ausencia de una recarga de baterías y la carga se considera igual a la máxima a plena carga del equipo a la salida así:

$$I_{p.c} = 625 \text{ AMP.}$$

La protección es 3P-800AMP.

CHAROLA 22.86 cms. (9") 6-4/0 THW-LS a 90°C 1-4/0

Nombre del tablero "TA-GE" Tablero general de emergencia.

RESUMEN DE CARGA " TA - GE "

CARGA	POTENCIA INSTALADA KVA	FACTOR DEMANDA	POTENCIA DEMANDADA	PROTECCIÓN
TA - GA (GENERADORAS)	219.71	0.60	131.826	3P - 400A
MANEJADORAS	140.226	0.75	105.170	3P - 150A
ILUMINACIÓN	14.953	1.00	14.953	3P - 30A
U.P.S.	305	0.78	237.90	3P - 1000A

TOTAL 489.849 KVA

Selección de la planta de emergencia.

La potencia eléctrica que necesitamos es la suma de las cargas totales conectadas al generador, más la carga momentánea al arranque de los motores eléctricos.

Si consideramos los KVA's continuos demandados 489.849 KVA

Y basándonos en los datos proporcionados por CUMMINS; tendremos que seleccionar un equipo que nos proporcione esta capacidad pero operando a altura de la ciudad de México, (lugar donde operará esta planta) tomando un fragmento de esta tabla tendremos:

RÉGIMEN	POTENCIA CP (kw)	POTENCIA					(KW)
		NM	1500 MTS	2000 MTS	2270 MTS	2550 MTS	
E	685 (511)	625 (466)	625 (446)	583 (435)	561 (418)	542 (404)	
C	620 (463)	565 (421)	565 (421)	565 (421)	565 (421)	546 (407)	
E	750 (560)	685 (511)	685 (511)	640 (477)	616 (459)	595 (494)	
C	680 (507)	620 (463)	620 (463)	620 (463)	620 (463)	601 (449)	
E	760 (567)	697 (520)	697 (520)	651 (485)	625 (467)	604 (451)	
C	690 (515)	632 (471)	632 (471)	632 (471)	632 (471)	611 (456)	

La potencia en kW = KVA x F.P. Donde el factor de potencia de operación de las plantas es aproximadamente 0.8.

$$KW = 489.849 \times 0.8 = 391.86$$

El valor comercial que más se ajusta a esta capacidad es 500 KW (625 KVA) cuya potencia a la altura de la ciudad de México es aproximadamente:

449 KW En régimen continuo y 494 KW en régimen de emergencia.

Selección de la transferencia.

De los datos obtenidos:

CAPACIDAD NOMINAL DE LA PLANTA	500 KW (625 KVA)
POTENCIA CONTINUA	449 KW
POTENCIA EMERGENCIA	494 KW

Determinamos la corriente desarrollada a régimen continuo (Para selección de interruptor de la transferencia).

$$I_{R.C.} = \frac{449.000}{(\sqrt{3})(220)(0.85)} = 1386.26 \text{ AMP.}$$

$$I_T = 1.25 \times I_{R.C.} = 1386.26 \times 1.25 = 1732.82 \text{ A}$$

Los valores comerciales en la marca ASCO Mod. 940.

1600 AMP.

2000 AMP.

La selección es el valor comercial más próximo que soporte la corriente en régimen continuo.

Por lo tanto la transferencia será 1600 AMP.

Selección del alimentador de la P.E. a la transferencia

Sección por ampacidad

Para $I_{R.C.} = 1386.26$

$$I_{CON} = 1386.26 \times 1.25 = 1732.82$$

Si la canalización la llevamos por charola considerando la separación de un diámetro entre grupo de conductores (Pero agrupándolos, no más de una fase o neutro por grupo) utilizamos la tabla 310-16. Considerando el interruptor de transferencia es de 1600 A.

Y utilizando 4 conductores por fase

El conductor adecuado será 500 MCM THW-LS a 90°C cuya capacidad de conducción

es de 430 AMP, la charola a utilizar será 18" (45.72 cms).

Finalmente tendremos

CHAROLA 45.72 cms.
12-500 MCM
4-2/0 AWG.

El cálculo del conductor por corto circuito solo se revisara para el sistema de acuerdo a su impedancia. (La planta no contribuye al corto circuito).

El cálculo por caída de tensión no se considera por ser una distancia no considerable (30 mts).

SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR

Resumen cargas del tablero general.

CARGA DEMANDADA = 489.849 KVA.

CARGA TOTAL INSTALADA = 679.889 KVA.

Σ DEMANDADAS INDIVIDUALES = KWD x 1.1

CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR $KVAN = \frac{KW \cdot FD}{FP \cdot Fd}$

$Sí FD = \frac{\text{Demandada máxima}}{\text{Carga total instalada}}$

$Fd = \frac{\Sigma \text{demandadas individuales}}{\text{Carga demandada}} \text{ (KWDEM - Futuro)}$

DONDE KVAN KILOVOLTS-AMPERES NOMINALES

KW KILOWATTS CONECTADOS

F.D. = FACTOR DE DEMANDA ≤ 1.0

DONDE : F.P. = FACTOR DE POTENCIA = 0.9

F.d. = FACTOR DIVERSIDAD ≥ 1

$$FD = \frac{489.849}{679.889} = 0.72$$

$$Fd = \frac{(489.849)(11)}{489.849} = 11$$

$$KVAn = \frac{(679.889 \cdot 0.72)}{(0.9 \cdot 11)} = 449.46$$

Y basados en la NOM. ART: 2405-4 d) se recomienda que la selección de los transformadores se haga para trabajar lo más próximo al 100% de su capacidad nominal, para evitar pérdidas excesivas.

El valor comercial más próximo es:

500 KVA El cual cubre la demanda solicitada.

Selección de la protección del transformador del lado primario.

De acuerdo a la tabla 450-3 (a)(1) de la NOM. la máxima protección contra sobrecorriente es de:

$$I_p \leq 250\% I_N$$

$$\text{Si } I_{LD} = \frac{KVAN}{\sqrt{3} \cdot KVfs} = \frac{500}{(\sqrt{3})(23)} = 12.55 \text{ AMP}$$

$$I_p \leq 2.5 \times 12.55 = 31.37$$

De acuerdo a los valores comerciales (De tablas de SIEMENS).

23 KV 25 A, CAP. INTERRUPTIVA 800 MVA.

23 KV 40 A, CAP. INTERRUPTIVA 800 MVA.

La protección se hará con interruptor de 100A y fusibles de 25AMP.

Selección de la protección del transformador del lado secundario

De tabla 450-3 (a)(1)

$I_p < 125 \% I_N$

$$I_N = \frac{KVAN}{\sqrt{3} \cdot KV} = \frac{500}{(\sqrt{3})(0.22)} = 1312.16A$$

$I_P < 1.25 \times 1312.16 = 1640.20 \text{ AMP.}$

Seleccionamos un interruptor electromagnético en baja tensión tipo SB con marco de 2000A, corriente nominal de 2000A, y rango de corriente de 1600 A; 3 polos.

$$\frac{2000 \text{ A (M)}}{1600 \text{ A (D)}}$$

85 KA (capacidad interruptiva).

Selección del alimentador del transformador al tablero general de emergencia.

De acuerdo a la capacidad del transformador (que sería la máxima energía demandada).

$$I_N = \frac{KVAN}{\sqrt{3} \cdot VF}$$

$$I_N = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 0.22} = 1312.16 \text{ AMP}$$

$I_{CON} = I_N \times 1.1 = 1312.16 \times 1.1 = 1443.38A$

$$I_c = \frac{I_{CON}}{Fct \cdot FC.A}$$

Si consideramos que este alimentador se hará a traves del acoplamiento entre garganta del transformador y el tablero general de emergencia, la interconexión se hará por medio de solera de cobre.

4.2.6. SELECCIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Se utilizara una subestación compacta 23 KV servicio interior, cuyo arreglo consiste en (De izquierda a derecha); celda de acoplamiento, seccionador tripolar con apartarrayos, cuchilla de paso y celda de medición. Ver figura 6 en capítulo 3.

La Subestación Consta:

- a) Espacio para recibir la acometida y el equipo de medición de la compañía suministradora.
- b) Cuchilla de paso, tipo H245, Tripolar de un tiro, operación sin carga, manual en grupo por medio de pértiga o accionamiento de disco de 23 KV, 400 A. 35 KA lcc.
- c) Barras colectoras trifásicas de cobre 1" x ¼ " sobre aisladores SIG A
- d) Tres apartarrayos autovalvulares de oxido de Zinc de 18 KV con conexión sólida a tierra.
- e) Seccionador para conexión y desconexión con carga. Provisto con 3 portafusibles para fusibles de alta tensión y alta capacidad interruptiva de 24 KV, 630A. y fusibles de 25 A y 800 MVA.
- f) Interruptor con mecanismo para que en caso de fundirse un fusible el seccionador de carga abra automáticamente las 3 fases.

4.2.7. CORTO-CIRCUITO

El objetivo es determinar las potencias o corrientes de corto circuito en los buses del sistema eléctrico para verificar:

- a) Las capacidades interruptivas de los dispositivos de protección (Fusibles Interruptores).

- b) Para calcular la sección de conductores alimentadores principales por corto circuito.
- c) Para calcular la malla de la red de tierras de la subestación eléctrica.

OBSERVACIONES:

Se considera que un grupo de motores tienen una impedancia equivalente del 25%; según la tabla No.18 DEL IEEE Std 141/1976.

Utilizando el método de los MVA'S para el cálculo de corto circuito.

La secuencia de cálculo será considerando los siguientes parámetros:

- 1.- Capacidad interruptiva de la fuente de suministro.
- 2.- Contribución en KVA del transformador.
- 3.- Contribución de los alimentadores.
- 4.- Contribución de los motores.
- 5.- Diagrama de bloques.
- 6.- Cálculo de las corrientes de corto circuito en cada una de las fallas.

Las cargas de alumbrado no contribuyen con corrientes de corto circuito a los puntos de falla.

La contribución de los MVAcc para los alimentadores es:

$$MVA_{Acc} = \frac{KV^2}{Z_{p.u}} \qquad Z_{p.u} = \frac{(Z\Omega)(MVAB)}{(KV)^2}$$

La contribución de los MVA del transformador es:

$$MVA_{Acc} = \frac{MVAT}{Z_{p.u}} \qquad Z_{p.u} = \frac{Z\%}{100}$$

La contribución de los MVAcc de los motores es:

$$MVAcc = \frac{MVAT}{Z_{p.u}}$$

DONDE

MVAcc	son los MVA'S de corto circuito
KV	Tensión entre fases del sistema.
Z _{p.u.}	Impedancia en P.U. del alimentador. Transformador y/o motor.

1.- Datos de la CIA. Suministradora en el punto de acometida.

VOLTAJE NOMINAL:	23 KV
No. FASES:	3
No. DE HILOS:	3
MVAcc TRIFASICA:	160 MVA
FRECUENCIA:	60 HZ.

2.- Contribución de los MVA del transformador.

$$Z_{p.u} = \frac{5}{100} = 0.05$$

$$MVAcc = \frac{0.5}{0.05} = 10$$

3.- Contribución de los MVAcc para el alimentador a tablero general de emergencia.

Muy alta comparada con la de los equipos, el acoplamiento es directo a través de las boquillas.

4.- Contribución de los motores.

Para las generadoras de agua helada 219.71 KVA.

$$MVAcc = \frac{0.21971}{0.25} = 0.8788$$

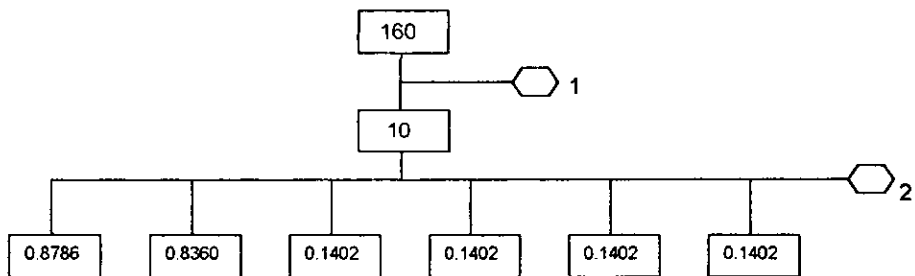
Para las manejadoras c/u 35.057 KVA.

$$MVA_{acc} = \frac{0.035037}{0.25} = 0.1402$$

Para la carga conectada al UPS.

$$MVA_{acc} = \frac{0.209}{0.25} = 0.836$$

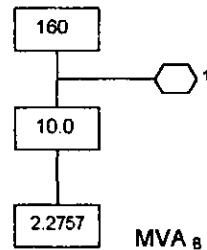
5.- Diagrama de bloques.



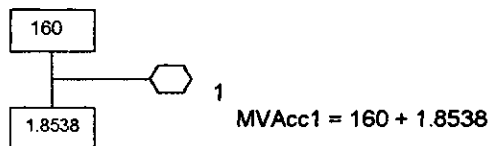
Los MVA'S en el bus 1

$$MVA_A = 0.8788 + 0.5609 + 0.830$$

$$MVA_A = 2.2757$$

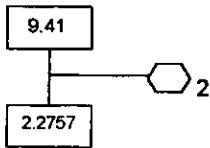
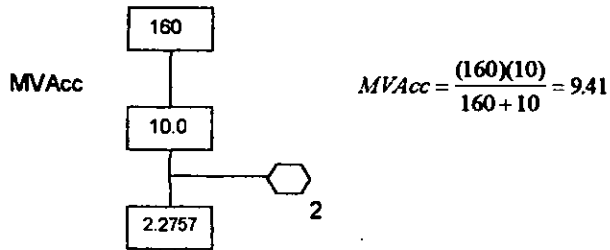


$$MVA_E = \frac{(10)(2.2757)}{10 + 2.2757} = 1.8538$$



La potencia de corto circuito en el lado de alta tensión es 161.85 MVA.

Los MVAcc en el lado de baja en el bus2



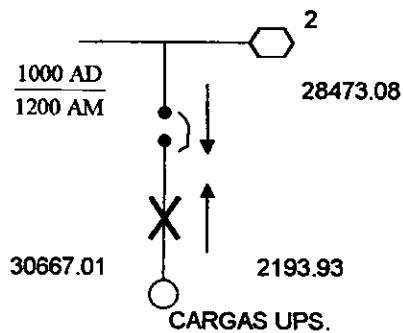
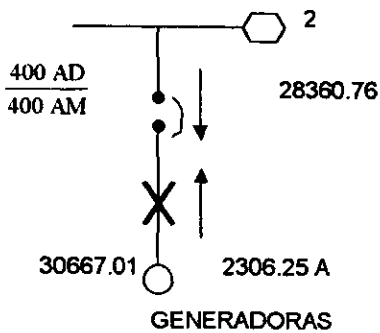
$$MVAcc2 = 2.2757 + 9.41$$

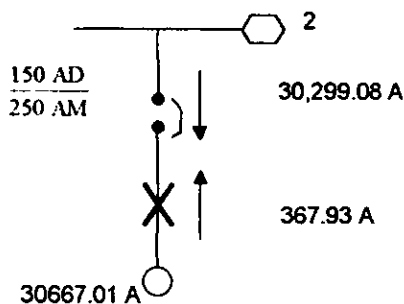
$$MVAcc2 = 11.6857$$

$$I_{cc} = \frac{MVAcc \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot V_f}$$

$$I_{cc} = \frac{11.6857 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 0.22} = 30,667.01 \text{ AMP}$$

La potencia de corto circuito el BUS 2 o en baja tensión es 11.6857 MVA y la corriente de corto circuito 30,667.01 AMP (este valor servirá para diseñar el sistema de tierras).





MANEJADORAS

Verificación de las capacidades interruptivas de los dispositivos de protección.

a) Seccionador tripolar en aire con fusibles 23KV potencia de corto-circuito en el BUS

1: 161.85MVA.

Potencia de corto circuito que circula por el fusible: 160MVA

Capacidad interruptiva de los fusibles (SIEMENS): 800 MVA

b) Interruptores termomagnéticos 220V

Corriente de corto circuito en el BUS 2 : 30 667.01A

Corriente de corto circuito que circula por los interruptores de 220V

150 AD/250AM	30 299.08A
400 AD/400AM	28 360.76A
1000 AD/1200AM	28 473.08A

Capacidad interruptiva de los interruptores:

MCA SIEMENS en caja moldeada

MARCO 250A :65000 A EN 240V (CAPACIDAD INTERRUPTIVA NORMAL)

MARCO 400A :65000 A EN 240V (CAPACIDAD INTERRUPTIVA NORMAL)

MARCO 1200A :65000 A EN 240V (CAPACIDAD INTERRUPTIVA NORMAL)

Para los tableros de distribución "DC" Debido a la impedancia de los conductores y la distancia del tablero general a cada "DC" la corriente de corto circuito es muy pequeña

comparada con la del BUS 2, esto nos permite utilizar tableros de alumbrado y distribución de 240 VAC con interruptores termomagnéticos de capacidad interruptiva normal (SQD, de 10,000 A rms.)

4.2.8 DISEÑO DE REDES DE TIERRA

CORRIENTE DE FALLA MONOFÁSICA	$I = 30\ 667.01A$
CORRIENTE DE DISEÑO PRELIMINAR	$I = 30\ 800A$
LONGITUD DE LA SUBESTACIÓN	$L = 14.0$
ANCHO DE LA SUBESTACIÓN	$A = 10.0$
RESISTIVIDAD DEL TERRENO	$\rho = 47\ \Omega - m$
RESISTIVIDAD SUPERFICIAL (CONCRETO)	$\rho_s = 10\ 000\ 0\ \Omega - m$
PROFUNDIDAD DE LA RED	$H = 0.8m$
ESPESOR DE LA CAPA DE CONCRETO	$H_s = 0.14m$
LONGITUD DE LA RED	$L = 24.0\ m$
ANCHO DE LA RED	$A = 10.0\ m$
TIEMPO DE DURACIÓN DE LA FALLA	$T_f = 0.05\ \text{seg. (3 ciclos)}$
RELACIÓN X/R EN EL BUS DE FALLA	$X/R = 20$
LONGITUD DE EL ELECTRODO DE TIERRA	$= 3.00\ m$
DÍAMETRO DE LOS ELECTRODOS DE TIERRA	$= 0.0159\ m\ (5/8")$
FACTOR DE CRECIMIENTO DE LA SUBESTACIÓN	$F_c = 1.1$
CALIBRE DEL CONDUCTOR (Mínimo por norma) 4/0	$(211.6\ MCM)$
DÍAMETRO DEL CONDUCTOR DE 4/0	$D = 0.0134\ m$

CÁLCULO DEL FACTOR DE DECREMENTO (Df)

De la tabla de "Df" para:

Duración de la falla 3 ciclos (0.05 seg.)

Para $X/R = 20$ (Valor más utilizado)

Obtenemos Df=1.38

Cálculo de la corriente de diseño

$$ID = I_{cc} \times Df \times f_c$$

I_{cc} = Corriente de diseño preliminar

DONDE

Df = Factor de decremento

f_c = Factor de crecimiento

ID = Corriente de diseño máxima de corto circuito

Entonces ID= 30800 x 1.38 x 1.1 = 46 754.4 A

CÁLCULO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN K (Factor de reducción del valor nominal de ρs)

$$K = \frac{\rho - \rho_s}{\rho + \rho_s} = \frac{47 - 10000}{47 + 10000} = -0.9906$$

Con este término entramos a la gráfica del "Factor de reducción"

Cs Si K= -0.9906 y

hs= 0.14m (Espesor de la capa superficial)

Cs= 0.66

CÁLCULO DE LOS POTENCIALES TOLERABLES (PARA UNA PERSONA 70 KGS)

$$V_s = \frac{(1000 + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s)(0.157)}{\sqrt{t}} = \quad \text{(potencial de paso)}$$

$$V_s = \frac{(1000 + 6 \cdot 0.66 \cdot 10000)(0.157)}{\sqrt{0.05}}$$

Entonces el potencial de paso tolerable es V_s= 28 506.29V

$$V_s = \frac{(1000 + 1.50 \cdot C_s \cdot P_s)(0.157)}{\sqrt{t}} =$$

$$V_s = \frac{(1000 + 150 \cdot 0.66 \cdot 10000)(0.157)}{\sqrt{0.05}} =$$

Entonces el potencial de contacto tolerable es $V_m = 7653.16$ Volts.

CÁLCULO TENTATIVO DE LA RED

UTILIZANDO UNA CUADRÍCULA DE 2.0 x 2.0 mts.

CONDUCTORES TRANSVERSALES	13x10 = 130
CONDUCTORES LONGITUDINALES	6 X 24 = 144
CONDUCTORES VERTICALES (ELECTRODOS)	1.15 x 8 x 3 = 27.6
LONGITUD TOTAL DE LA RED	L = L _m + L _e
	L = 130 + 144 + 27.6 = 301.6m

CÁLCULO DEL POTENCIAL DE LA MALLA (V_m) EN LA RED.

$$V_m = \frac{K_m \cdot K_i \cdot \rho \cdot I_D}{L}$$

$$N_m = \sqrt{A \cdot B} = \sqrt{13 \cdot 6} = 8.83$$

$$K_h = \sqrt{1 + h} = \sqrt{1 + 0.8} = 1.34$$

$K_{ii} = 1$ (Para mallas que cuentan con electrodos en las esquinas).

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left\{ L_n \left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d} \right) \right\} + \frac{K_{ii}}{K_h} L_n \left(\frac{8}{\pi(2N_m - 1)} \right)$$

DONDE

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left\{ L_n \left(\frac{2^2}{16(0.8)(0.0134)} + \frac{(2+2(0.8))^2}{8(2)(0.0134)} - \frac{0.8}{4(0.0134)} \right) \right\} + \frac{1}{1.34} L_n \left(\frac{8}{\pi(2(8.83) - 1)} \right)$$

$$K_m = 0.44907$$

$$K_i = 0.656 + 0.172 N_m$$

$$= 0.656 + 0.172 \times 8.94$$

$$K_i = 2.1747$$

Entonces $V_m = \frac{0.44907 \cdot 2.1747 \cdot 47 \cdot 46754.4}{301.6}$

Por lo tanto el potencial de malla en la red.

$V_m = 7114.34v$ En la superficie de la red.

CÁLCULO DEL POTENCIAL DE PASO (Vs) EN LA SUPERFICIE DE LA RED

$$V_s = \frac{K_s \cdot K_i \cdot P \cdot ID}{L}$$

Si $N_s = 13$ (Conductores del lado de mayor longitud)

$N = 8$ (Número de electrodos)

$$K_s = \frac{L}{\pi} \left\{ \frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} - \frac{1}{D} \left(1 - (0.5)^{(N_s-2)} \right) \right\}$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{1}{2(0.8)} + \frac{1}{2+0.8} - \frac{1}{2} \left(1 - (0.5)^{(13-2)} \right) \right\}$$

$K_s = 0.4711$

Entonces $K_i = 0.656 + 0.172 N_s$

$= 0.656 + 0.172 \times 13 = 2.892$

$$V_s = \frac{0.4711 \cdot 2.892 \cdot 47 \cdot 46754.4}{301.6}$$

Por lo tanto el potencial de paso en la superficie de la red.

$V_s = 9926.59$ Volts.

Comparación de potenciales, debe ocurrir.

V_m (Calculado) < V_m (Tolerado) De contado

V_s (Calculado) < V_s (Tolerado) De paso

Si $71114.34 < 7653.16$

$$9926.59 < 28506.29$$

Esto implica que la malla de tierra es correcta.

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA RED RESPECTO AL TERRENO VECINO,
UTILIZANDO LA FÓRMULA DE SCHWARZ

$$R_g = \frac{R_m R_e - R_{me}^2}{R_m + R_e - 2R_{me}}$$

DONDE: R_g Resistencia a tierra OHMS

R_m Resistencia de los conductores de la malla

R_e Resistencia de todas las varillas de tierra

R_{me} Resistencia mutua entre el grupo de conductores y el grupo de varillas

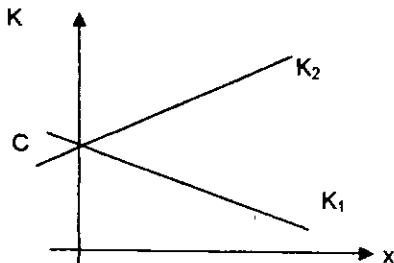
CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LOS CONDUCTORES DE LA MALLA.

$$R_m = \frac{\rho}{\pi L_m} \left\{ L_n \frac{2L_m}{h_1} + K_1 \left(\frac{L_m}{\sqrt{A}} - K_2 \right) \right\}$$

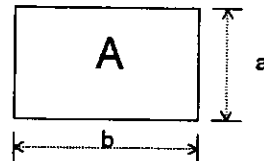
Si $h_1 = \sqrt{d \cdot h}$ (Coeficiente de profundidad de enterramiento)

$$h_1 = \sqrt{(0.0134)(0.8)} = 0.1035$$

CÁLCULO DE LAS CONSTANTES DE REFLEXIÓN K_1 y K_2 CONSIDERÁNDOLAS COMO
LÍNEAS RECTAS.



$$(1) K_{1,2} = ax + c$$



(1) Referencia IEEE Norma 80-1986 (Pag. 4018)

Si $x = \frac{b}{a}$ Relación longitud ancho

$$x = \frac{24}{10} = 2.400$$

A= (d)(b) Área de la red en metros cuadrados

$$A= (24)(10) = 240\text{m}^2$$

Para una profundidad de la red a 0.8 metros utilizamos la curva B que le corresponden las ecuaciones

$$K1= -0.05x+1.2$$

$$K2= 0.10x+4.68$$

$$K1= -0.05 \times 2.400 + 1.2 = 1.1357$$

$$K2= 0.10 \times 2.400 + 4.68 = 4.8086$$

Entonces:

$$Rm = \frac{47}{31415 \cdot 3016} \left\{ \ln \left(\frac{2 \cdot 3016}{0.1035} \right) + 1.1357 \left(\frac{3016}{\sqrt{240}} - 4.8086 \right) \right\}$$

$$Rm = 1.260 \Omega$$

$$Re = \frac{\rho a}{2 \cdot n \cdot \pi \cdot Le} \left\{ \ln \left(\frac{8Le}{d_2} \right) - 1 - 2 \frac{(K1 \cdot Le)}{\sqrt{A}} \cdot (\sqrt{n-1})^2 \right\}$$

CONSIDERANDO UN SUELO UNIFORME $\rho = \rho_2 = \rho_a = 47 \frac{\Omega}{\text{Km}}$

$$Re = \frac{47}{2 \cdot 8 \cdot 31416 \cdot 3.0} \left\{ \ln \left(\frac{8(3)}{0.159} \right) - 1 + 2 \frac{(1.1357 \cdot 3)}{\sqrt{240}} \cdot (\sqrt{8-1})^2 \right\}$$

$$Re = 2.211 \Omega$$

$$Rme = \frac{\rho a}{\pi \cdot Lm} \left\{ \ln \frac{2Lm}{Le} + K_1 \frac{Lm}{\sqrt{A}} - K_2 + 1 \right\}$$

$$R_{me} = \frac{47}{31416 \cdot 301.6} \left\{ Ln \frac{2(301.6)}{3} + 11357 \frac{301.6}{\sqrt{240}} - 4.8086 + 1 \right\}$$

$$R_{me} = 1171 \Omega$$

Finalmente la resistencia total de la red de tierra en OHMS

$$R_g = \frac{(1.26)(2.211 - 1171^2)}{(1.26 + 2.211 - (2 \cdot 1171))}$$

$$R_g = 1.253 \text{ OHMS}$$

Como $R_g < 5 \text{ OHMS}$ esta dentro de la norma de IEEE y por lo tanto su operación será correcta.

Los conectores abrazadera para realizar la malla de puesta a tierra serán de bronce termofundidos o mecánicos a tornillo, de la marca Burndy.

4.3 ESPECIFICACIONES DE EQUIPO.

4.3.1. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.

Subestación eléctrica tipo compacta marca SIEMENS, montaje auto-soportado; servicio interior, aislamiento para 25 KV; con barras generales de cobre electrolítico de 400 A normales, 3 fases, 3 hilos, 60 hz. Para soportar esfuerzos de circuito corto de 800 MVA simétricos en 23 KV, con barra de tierra aislada a lo largo de las celdas; construida en secciones de lámina de acero rolada en frío, calibre 12 en estructuras y puertas, calibre 14 en las cubiertas, de fácil ensamble y atornillables totalmente. La operación del seccionador para conexión y desconexión con carga, será por el frente, manualmente por medio de palanca y desde el exterior frontal del tablero; se tienen ventanas con cristal inastillable para observar su interior; el acabado es con pintura electrostática a base de polvo epóxico de color gris claro; estará formado por las siguientes celdas de derecha a izquierda; celda de medición; celda con cuchilla de paso, de un tiro, para servicio interior, tripolar operación sin carga de 400 A, 23 KV, marca SIEMENS H 245 catálogo 319 908; celda con seccionador de carga tripolar de un tiro, de operación en grupo bajo carga, de 630 A, 24KV marca SIEMENS catálogo H 251 - 20N; fusibles limitadores de corriente de alta tensión y alta capacidad interruptiva simétrica 800 MVA, catálogo 319 629, equipado con dispositivo para disparar tripolarmente el interruptor cuando opera alguno de los fusibles, con seguro mecánico para evitar abrir la puerta, si no esta desconectado el interruptor; apartarrayos autovalvulares para operar a 2300 m.s.n.m., de 18 KV, marca CELECO catálogo AOZ-21, y celda de acoplamiento a transformador, con juego de barras de cobre electrolítico para conectarse a las terminales de 23 KV del transformador

TRANSFORMADOR.

Transformador comercial de distribución trifásica; clase OA, enfriamiento propio, sumergido en aceite; tipo intemperie; capacidad e 500 KVA; 3 fases; 60 hz. 23 KV de tensión primaria; 150 KV de nivel básico al impulso; conexión delta en alta tensión; con 4 derivaciones en las bobinas de alta de 2.5 %, 2 arriba y 2 abajo del voltaje nominal; con cambiador externo; 220 / 127V de tensión secundaria; conexión estrella, con neutro fuera del tanque; diseñado, construido y probado según normas ANSI-C-57; para operar con una sobre elevación de temperatura de 65°C, sobre un medio ambiente de 30°C promedio y 40°C máximo; a una altura de operación de 2300 m.s.n.m. ; impedancia de norma; con accesorios normales; bloc de acoplamiento; gargantas en baja y alta tensión; color gris claro; completo con el líquido aislante necesario; marca Continental Electric.

4.3.2 TABLEROS

Tablero general de baja tensión.

Marca SIEMENS; tablero de distribución tipo auto-soportado; servicio interior; con barras generales de cobre electrolítico de 1600 A; 3 fases, 3 hilos, 60hz resistencia mecánica de cortocircuito 65 KA a 600 VCA; con barra de neutro a lo largo de las celdas y barra de tierra aislada; construido en sistema modular totalmente atornillable, en chapa calibre 14 y perfiles calibre 12; con recubrimiento exterior de aplicación electrostática en color gris ANSI 61; Levarán un tarjetero por cada circuito para identificarlo; se usará como interruptor principal uno del tipo electromagnético y como interruptores derivados los del tipo termomagnético de caja moldeada; habrá una sección en el frente destinada a la medición de tensión y de corriente.

Tablero subgeneral de baja tensión.

Marca SIEMENS; tablero de distribución, tipo autosoportado servicio interior; con barras

generales de cobre electrolítico de 1200 A; 3F - 3H, 60 Hz; resistencia mecánica de corto circuito 65 KA a 600 VCA con barra de neutro a lo largo de la celda y barra de tierra aislada; construido en forma modular totalmente atornillable, en chapa calibre 14 y perfiles calibre 12; con recubrimiento exterior de aplicación electrostática en color gris ANSI-61; Llevarán un tarjetero por cada circuito para identificarlo; se usarán como interruptor principal y como interruptores derivados los del tipo termomagnético de caja moldeada.

Tablero de distribución y alumbrado.

Marca SQUARE'D; del tipo embutir, servicio interior; construido en chapa calibre 14, pintados con una base de pintura anticorrosiva y el acabado de color gris, según normas, las bisagras estarán ocultas, llevarán puerta con cerradura; también llevarán una tapa (una vez abierta la puerta) que estará calada permitiendo accionar los aparatos de maniobra y a la vez no tocar las partes bajo tensión; llevará un tarjetero por cada circuito para identificarlo; se usará como interruptor principal, uno del tipo termomagnético de caja moldeada y como interruptores derivados los del tipo termomagnético atornillable; los tableros para sistemas, incluyen una barra de tierra aislada.

4.3.3 CONDUCTORES.

Los conductores utilizados en circuitos derivados (líneas de circuitos entre los tableros de distribución y salidas especiales o contactos) serán con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC) del tipo THW cableado (7 hilos). Los conductores destinados a alimentadores generales o principales serán del tipo THW-LS para baja tensión, marca CONDUMEX ó CONDUCTORES MONTERREY.

Los conductores serán de cobre electrolítico suave clase B, antillama resistente a la propagación de incendios, mínimo emisión de humos o gases tóxicos, se utilizará para su

identificación el siguiente código de colores: fase-color negro, neutro-color blanco, y tierra física-color gris o verde.

Los conductores desnudos para ejecutar la red de puesta a tierra, la malla de puesta a tierra y el sistema de protección contra descargas atmosféricas serán de cobre desnudo recocido, de la marca CONDUMEX ó CONDUCTORES MONTERREY. Para la protección contra descargas atmosféricas serán clase I de 57.4 MCM.

En la puesta a tierra de tableros y contactos se utilizarán conductores de cobre duro marca CONDUMEX ó MONTERREY de $3.3-85\text{mm}^2$ (calibre 12 - 3/0) de 7-19 hilos.

El sistema de malla de puesta a tierra, en la subestación y delta para cómputo, se usará el conductor desnudo de cobre semiduro calibre 4/0 marca CONDUMEX ó MONTERREY.

Las varillas de puesta a tierra y sus conectores serán de la marca AMPASA ó MATIMSA, la varilla de 19 MM (¾) de diámetro y 3048 mm de longitud, tipo Copperweld. Llevarán un registro con tapa registrable, esta última será de hierro fundido de 350x350MM.

Las grapas sostén, conectores "t", "x", "paso losa", desconectores para tierra y otros accesorios para el sistema de protección de descarga atmosféricas tendrán las características según la norma NFPA78. Serán marca MATIMSA ó AMPASA.

Los conectores abrazadera para realizar la malla de puesta a tierra será de bronce termofundidos o mecánicos a tornillo, de la marca BURNDY.

4.3.4. PLANTA DE EMERGENCIA.

Se integrara por un motor diesel, 4 tiempos marca Cummins serie VT 1710, enfriado por agua, mediante radiador y ventilador, de inyección directa, 12 cilindros en V, aspiración natural turbocargados; arranque mediante motor eléctrico de 24 Volts, incluyendo marcha y alternador de carga de baterías; con gobernador hidráulico/electrónico; precalentador de agua eléctrico con termostato; contara con dos baterías de 27 placas para servicio pesado de

12V c/u; tanque diario de diesel de 400 litros con control de nivel para accionar electrobomba y medidor de nivel, bastidor tipo trineo; 4 bases antivibratorias, silenciador tipo hospital y flexible de conexión para tubo de escape.

El generador será sincrónico, trifásico, tensión 220 V con neutro accesible, 60 Hz; acoplado directamente al motor con discos flexibles, sin escobillas; con regulador de voltaje externo, tipo transistorizado manteniendo el voltaje en +/- 2% entre vacío y plena carga; 1800 RPM, 0.8 factor de potencia y aislamiento NEMA clase F; provisto de un ventilador para su enfriamiento. Marca OMAN de 500 KW de potencia.

El tablero de transferencia automática constara de un gabinete construido en chapa BWG 14, llave tipo contactor de conmutación accionada por actuador lineal para realizar la transferencia de carga, enclavamiento eléctrico y mecánico, instrumentos de medición, reloj de ejercicio semanal, pulsador de parada de emergencia y poseerá cargador de baterías. Marca ONAW.

4.3.5 LUMINARIOS.

Luminario fluorescente ahorrador de energía; para operar 3 lámparas T-8 de 32W a 127V color blanco frío; con balastro electrónico encendido rápido, de alto factor de potencia; fabricados en lámina calibre 22 pintado en color especial de alta reflectancia (93%) aplicado en polvo por proceso electrostático; serán del tipo de embutir en plafones, salvo en el cuarto de equipos que serán tipo industrial de suspender.

Las luminarias para interior incandescente estarán preparados para recibir lámparas incandescentes de 75W del tipo spot, con reflector de aluminio y soporte de chapa doble, del

tipo plafon. Las lámparas serán marca PHILLIPS u OSRAM.

Los difusores para luminarias fluorescentes serán de una sola pieza de plástico acrílico 100% puro, con configuración de elementos refractivos semiesféricos, cóncavos de un lado y convexos por el otro y con el radio constante, lo cual hace que sean de alta eficiencia y baja brillantez.

El modelo será refractogrid las de empotrar; de la serie H.I.L las de tipo industrial ambas de la marca HOLOPHANE y el tipo spot de la marca CONSTRULITA.

4.3.6 SISTEMA DE ENERGIA ININTERRUMPIDA (U.P.S.)

El equipo esta formado por; rectificador con cargador de baterías inteligente; procesador de señales digitales (DSP); interruptor de Bypass para mantenimiento interno; grupo de baterías; inversor; interruptor automático para el Bypass para servicio continuo; botón apagado de emergencia (EPO); sistema de sincronismo; controles e indicadores visuales y acústicos.

Rango de entrada; 3F-3H más tierra; + 10%, - 15% respecto al valor nominal de voltaje (208VCA); rango de frecuencia 60hz + 5%, - 5%; factor de potencia 0.9; sobrecargas 125% respecto al valor nominal (225KVA); corriente a plena carga 679Amp; corriente máxima durante la recarga de las baterías 849 A; Interruptor para protección del equipo 1000A; normas aplicables ANSI C 62 41 (IEEE 587, categoría B).

Rango de salida; 3F - 3 ó 4H más tierra; regulación de voltaje en estado estable 208 + 1%; -1% estado dinámico 208V + 5%, -5% el equipo se estabilizará a +1%; -1% en 30 milisegundos; distorsión armónica total 4%; sobrecarga 125% durante 15 min., 150% por 1 min. 300% durante 1 ciclo en inversor; protección para el circuito con interruptor de caja moldeada con limitador electrónico de corriente; frecuencia 60 hz + 0.1% - 0.1%.

El banco de baterías será de 360 VCD, 180 celdas; voltaje flotante 387 - 414V; rango estable 405 - 423 VCD ; descarga de corriente máxima a 297 V 638A; protección del banco con interruptor caja moldeada 700A.

Temperatura operación 0°C a 40°C; disipación de calor 53.4 KBTU/hr. Ruido acústico 70 db; a una altura de operación 2438 m.s.n.m.

CONCLUSIONES

Este trabajo constituye las bases mínimas para el desarrollo de proyectos eléctricos grado computador.

Basado en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1994 encargada de dar los lineamientos mínimos que deben cumplirse en las instalaciones eléctricas, así como en el estándar IEEE 1100-1993 referente a instalaciones eléctricas grado computador, en las recomendaciones de fabricante de equipo de cómputo como es International Busing Machine (IBM) y en las recomendaciones de algunos autores para instalaciones grado computador.

La finalidad de estas normas y criterios están enfocadas en proporcionar un suministro eléctrico con las características necesarias que requiere el equipo para su correcto funcionamiento, brindado la seguridad requerida para la gente encargada en conservar y mantener dichas instalaciones así como al usuario final.

La entrega de energía limpia y confiable que evite la pérdida de información que se procesa en estos centros de cómputo, que se traduce en pérdidas de horas-hombre y estos a su vez en pérdidas económicas.

Seguridad y confort necesarias para los usuarios que permita el correcto funcionamiento y distribución del clima, la iluminación, sonido, comunicaciones, etcétera.

Las características de la instalación están enfocadas a simplificar el trabajo de los ingenieros de mantenimiento, de las instalaciones que les serán entregadas evitando los problemas que ocasiona la energía contaminada (distorsiones de voltaje y corriente), siendo una característica típica de las instalaciones actuales que tienen equipo de cómputo y en general instalaciones con aparatos y sistemas con una respuesta no lineal, que es precisamente la que hace variar la forma de onda senoidal.

APÉNDICE

Tabla I / Radios de cavidad

Tabla I / Radios de Cavidad

Dimensiones Cuadrado		Profundidad de cavidad de techo a cuarto																																											
Ancho	Largo	0.3	0.45	0.6	0.75	0.9	1.05	1.2	1.35	1.5	1.65	1.8	1.95	2.1	2.25	2.4	2.55	2.7	2.85	3	3.15	3.3	3.45	3.6	3.75	3.9	4.05	4.2	4.35	4.5	4.65	4.8	4.95	5.1	5.25	5.4									
2.44	7.44	1.2	1.9	2.5	3.1	3.7	4.4	5.0	5.7	6.4	7.1	7.8	8.5	9.2	10.0	11.2	12.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
	8.05	1.1	1.7	2.2	2.8	3.4	3.9	4.5	5.1	5.7	6.4	7.1	7.8	8.5	9.2	10.0	11.2	12.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	8.27	1.0	1.5	2.0	2.6	3.0	3.4	3.8	4.3	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	8.5	9.2	10.0	11.2	12.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	8.1	0.8	1.3	1.7	2.2	2.6	3.1	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.6	7.2	7.8	8.5	9.2	10.0	11.2	12.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	8.15	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.6	7.2	7.8	8.5	9.2	10.0	11.2	12.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	12.75	0.7	1.1	1.5	1.9	2.3	2.8	3.2	3.7	4.2	4.7	5.3	5.9	6.5	7.1	7.8	8.5	9.2	10.0	11.2	12.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3.05	3.05	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	10.0	11.0	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	4.27	0.9	1.3	1.7	2.1	2.5	3.0	3.4	3.9	4.4	4.9	5.4	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	10.0	11.0	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	6.1	0.7	1.1	1.5	1.9	2.3	2.8	3.2	3.7	4.2	4.7	5.2	5.7	6.2	6.7	7.2	7.7	8.2	8.7	9.2	10.0	11.0	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	8.16	0.7	1.0	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7	3.1	3.5	4.0	4.4	4.9	5.4	5.9	6.4	6.9	7.4	7.9	8.4	9.0	10.0	11.0	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	10.99	0.6	0.9	1.2	1.5	1.9	2.2	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	5.0	5.4	5.9	6.4	6.9	7.4	7.9	8.4	9.0	10.0	11.0	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	18.3	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.8	3.1	3.5	4.0	4.4	4.9	5.4	5.9	6.4	6.9	7.4	7.9	8.4	9.0	10.0	11.0	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
3.66	3.66	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2	5.6	6.0	6.4	6.8	7.2	7.6	8.0	8.4	8.8	9.2	9.6	10.0	10.4	10.8	11.2	11.6	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	4.88	0.7	1.1	1.5	1.9	2.3	2.7	3.1	3.5	3.9	4.3	4.7	5.1	5.5	5.9	6.3	6.7	7.1	7.5	7.9	8.3	8.7	9.1	9.5	9.9	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	7.32	0.6	0.9	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2	5.6	6.0	6.4	6.8	7.2	7.6	8.0	8.4	8.8	9.2	9.6	10.0	10.4	10.8	11.2	11.6	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	10.99	0.6	0.8	1.1	1.4	1.7	2.0	2.3	2.6	2.9	3.3	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2	5.6	6.0	6.4	6.8	7.2	7.6	8.0	8.4	8.8	9.2	9.6	10.0	10.4	10.8	11.2	11.6	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	18.25	0.5	0.8	1.0	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.7	5.1	5.5	5.9	6.3	6.7	7.1	7.5	7.9	8.3	8.7	9.1	9.5	9.9	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	21.35	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2	5.6	6.0	6.4	6.8	7.2	7.6	8.0	8.4	8.8	9.2	9.6	10.0	10.4	10.8	11.2	11.6	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4.27	4.27	0.7	1.1	1.4	1.8	2.1	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	4.9	5.3	5.7	6.1	6.5	6.9	7.3	7.7	8.1	8.5	8.9	9.3	9.7	10.1	10.5	10.9	11.3	11.7	12.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	6.1	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2	5.6	6.0	6.4	6.8	7.2	7.6	8.0	8.4	8.8	9.2	9.6	10.0	10.4	10.8	11.2	11.6	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	8.15	0.5	0.8	1.0	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.7	5.1	5.5	5.9	6.3	6.7	7.1	7.5	7.9	8.3	8.7	9.1	9.5	9.9	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	12.61	0.5	0.7	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	2.2	2.5	2.8	3.2	3.5	3.9	4.3	4.7	5.1	5.5	5.9	6.3	6.7	7.1	7.5	7.9	8.3	8.7	9.1	9.5	9.9	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	18.3	0.4	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8	2.1	2.4	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.7	5.1	5.5	5.9	6.3	6.7	7.1	7.5	7.9	8.3	8.7	9.1	9.5	9.9	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	27.45	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.9	2.2	2.5	2.8	3.2	3.5	3.9	4.3	4.7	5.1	5.5	5.9	6.3	6.7	7.1	7.5	7.9	8.3	8.7	9.1	9.5	9.9	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	—	—	—	—	—	—	—	—	
5.18	5.18	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	4.9	5.3	5.7	6.1	6.5	6.9	7.3	7.7	8.1	8.5	8.9	9.3	9.7	10.1	10.5	10.9	11.3	11.7	12.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	7.63	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.3	2.6	3.0	3.3	3.7	4.1	4.5	4.9	5.3	5.7	6.1	6.5	6.9	7.3	7.7	8.1	8.5	8.9	9.3	9.7	10.1	10.5	10.9	11.3	11.7	12.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	10.99	0.4	0.6	0.8	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.6	2.9	3.3	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2	5.6	6.0	6.4	6.8	7.2	7.6	8.0	8.4	8.8	9.2	9.6	10.0	10.4	10.8	11.2	11.6	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	18.25	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.7	5.1	5.5	5.9	6.3	6.7	7.1	7.5	7.9	8.3	8.7	9.1	9.5	9.9	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	24.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8	2.1	2.4	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.7	5.1	5.5	5.9	6.3	6.7	7.1	7.5	7.9	8.3	8.7	9.1	9.5	9.9	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	—	—	—	—	—	—	—	—	
	38.6	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.2	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.4	4.8	5.2	5.6	6.0	6.4	6.8	7.2	7.6	8.0	8.4	8.8	9.2	9.6	10.0	10.4	10.8	11.2	11.6	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.11	6.11	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.3	2.6	3.0	3.3	3.7	4.1	4.5	4.9	5.3	5.7	6.1	6.5	6.9	7.3	7.7	8.1	8.5	8.9	9.3	9.7	10.1	10.5	10.9	11.3	11.7	12.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	8.15	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.1	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	4.9	5.3	5.7	6.1	6.5	6.9																								

Tabla II / Reflectancia efectiva de techo

Tabla / Reflectancia efectiva de techo

Reflectancia de Techo o Piso	90				80				70				50				30				10			
	90	70	50	30	90	70	50	30	90	70	50	30	90	70	50	30	90	70	50	30	90	70	50	30
0	90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70	70	50	50	50	50	30	30	30	30	10	10	10	10
0.01	80	80	80	80	79	79	79	79	69	69	69	69	49	49	49	49	29	29	29	29	9	9	9	9
0.02	80	80	80	80	78	78	78	78	68	68	68	68	48	48	48	48	28	28	28	28	9	9	9	9
0.03	80	80	80	80	77	77	77	77	67	67	67	67	47	47	47	47	27	27	27	27	9	9	9	9
0.04	80	80	80	80	76	76	76	76	66	66	66	66	46	46	46	46	26	26	26	26	9	9	9	9
0.05	80	80	80	80	75	75	75	75	65	65	65	65	45	45	45	45	25	25	25	25	9	9	9	9
0.06	80	80	80	80	74	74	74	74	64	64	64	64	44	44	44	44	24	24	24	24	9	9	9	9
0.07	80	80	80	80	73	73	73	73	63	63	63	63	43	43	43	43	23	23	23	23	9	9	9	9
0.08	80	80	80	80	72	72	72	72	62	62	62	62	42	42	42	42	22	22	22	22	9	9	9	9
0.09	80	80	80	80	71	71	71	71	61	61	61	61	41	41	41	41	21	21	21	21	9	9	9	9
0.1	80	80	80	80	70	70	70	70	60	60	60	60	40	40	40	40	20	20	20	20	9	9	9	9
0.12	80	80	80	80	69	69	69	69	59	59	59	59	39	39	39	39	19	19	19	19	9	9	9	9
0.14	80	80	80	80	68	68	68	68	58	58	58	58	38	38	38	38	18	18	18	18	9	9	9	9
0.16	80	80	80	80	67	67	67	67	57	57	57	57	37	37	37	37	17	17	17	17	9	9	9	9
0.18	80	80	80	80	66	66	66	66	56	56	56	56	36	36	36	36	16	16	16	16	9	9	9	9
0.2	80	80	80	80	65	65	65	65	55	55	55	55	35	35	35	35	15	15	15	15	9	9	9	9
0.22	80	80	80	80	64	64	64	64	54	54	54	54	34	34	34	34	14	14	14	14	9	9	9	9
0.24	80	80	80	80	63	63	63	63	53	53	53	53	33	33	33	33	13	13	13	13	9	9	9	9
0.26	80	80	80	80	62	62	62	62	52	52	52	52	32	32	32	32	12	12	12	12	9	9	9	9
0.28	80	80	80	80	61	61	61	61	51	51	51	51	31	31	31	31	11	11	11	11	9	9	9	9
0.3	80	80	80	80	60	60	60	60	50	50	50	50	30	30	30	30	10	10	10	10	9	9	9	9
0.32	80	80	80	80	59	59	59	59	49	49	49	49	29	29	29	29	9	9	9	9	9	9	9	9
0.34	80	80	80	80	58	58	58	58	48	48	48	48	28	28	28	28	9	9	9	9	9	9	9	9
0.36	80	80	80	80	57	57	57	57	47	47	47	47	27	27	27	27	9	9	9	9	9	9	9	9
0.38	80	80	80	80	56	56	56	56	46	46	46	46	26	26	26	26	9	9	9	9	9	9	9	9
0.4	80	80	80	80	55	55	55	55	45	45	45	45	25	25	25	25	9	9	9	9	9	9	9	9
0.42	80	80	80	80	54	54	54	54	44	44	44	44	24	24	24	24	9	9	9	9	9	9	9	9
0.44	80	80	80	80	53	53	53	53	43	43	43	43	23	23	23	23	9	9	9	9	9	9	9	9
0.46	80	80	80	80	52	52	52	52	42	42	42	42	22	22	22	22	9	9	9	9	9	9	9	9
0.48	80	80	80	80	51	51	51	51	41	41	41	41	21	21	21	21	9	9	9	9	9	9	9	9
0.5	80	80	80	80	50	50	50	50	40	40	40	40	20	20	20	20	9	9	9	9	9	9	9	9
0.52	80	80	80	80	49	49	49	49	39	39	39	39	19	19	19	19	9	9	9	9	9	9	9	9
0.54	80	80	80	80	48	48	48	48	38	38	38	38	18	18	18	18	9	9	9	9	9	9	9	9
0.56	80	80	80	80	47	47	47	47	37	37	37	37	17	17	17	17	9	9	9	9	9	9	9	9
0.58	80	80	80	80	46	46	46	46	36	36	36	36	16	16	16	16	9	9	9	9	9	9	9	9
0.6	80	80	80	80	45	45	45	45	35	35	35	35	15	15	15	15	9	9	9	9	9	9	9	9
0.62	80	80	80	80	44	44	44	44	34	34	34	34	14	14	14	14	9	9	9	9	9	9	9	9
0.64	80	80	80	80	43	43	43	43	33	33	33	33	13	13	13	13	9	9	9	9	9	9	9	9
0.66	80	80	80	80	42	42	42	42	32	32	32	32	12	12	12	12	9	9	9	9	9	9	9	9
0.68	80	80	80	80	41	41	41	41	31	31	31	31	11	11	11	11	9	9	9	9	9	9	9	9
0.7	80	80	80	80	40	40	40	40	30	30	30	30	10	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9	9
0.72	80	80	80	80	39	39	39	39	29	29	29	29	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0.74	80	80	80	80	38	38	38	38	28	28	28	28	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0.76	80	80	80	80	37	37	37	37	27	27	27	27	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0.78	80	80	80	80	36	36	36	36	26	26	26	26	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0.8	80	80	80	80	35	35	35	35	25	25	25	25	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0.82	80	80	80	80	34	34	34	34	24	24	24	24	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0.84	80	80	80	80	33	33	33	33	23	23	23	23	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0.86	80	80	80	80	32	32	32	32	22	22	22	22	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0.88	80	80	80	80	31	31	31	31	21	21	21	21	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0.9	80	80	80	80	30	30	30	30	20	20	20	20	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0.92	80	80	80	80	29	29	29	29	19	19	19	19	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0.94	80	80	80	80	28	28	28	28	18	18	18	18	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0.96	80	80	80	80	27	27	27	27	17	17	17	17	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0.98	80	80	80	80	26	26	26	26	16	16	16	16	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1	80	80	80	80	25	25	25	25	15	15	15	15	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabla III / Factor de mantenimiento

Condiciones de Operación

BUENO	MEDIANO	POBRE
Aire limpio, libre de humos y polvos luminarias programados para limpieza frecuente y reemplazo sistemático de lámparas.	Condiciones atmosféricas menos favorables, limpieza de luminarias a intervalos frecuentes y reemplazos de lámparas sólo después de haberse quemado.	Atmósferas y trabajo completamente sucio, mantenimiento pobre o esporádico del equipo de iluminación. Reemplazo de lámparas sólo las quemadas.

FACTOR DE MANTENIMIENTO RECOMENDADO

LÁMPARA Y LUMINARIA	BUENO	MEDIO	POBRE
Incandescente	0.75	0.70	0.65
Cuarzo	0.85	0.80	0.75
Mercurio	0.75	0.70	0.65
Aditivos metálicos	0.65	0.60	0.55
Fluorescente	0.75	0.70	0.65
Descarga cerámica	0.75	0.70	0.65
Sodio alta presión	0.75	0.70	0.65

Tabla IV / Lúmenes para lámparas Fluorescentes

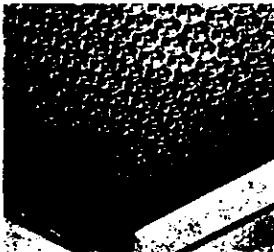
DATOS DE LÁMPARAS FLUORESCENTES

WATTS	TIPO	ACABADO	LÚMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EMERGENCIA LÚMENES/ WATTS	FACTOR DE DEFRECCION (L.L.D.)	BASE	BULBO EN TUBOS	LONGITUD EN TUBOS	ENCENDIDO
22	CIRCULAR	LUZ DE DIA	885	12,000	41	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.96 #	RAPIDO
22	CIRCULAR	B. FRIO DE LUJO	875	12,000	40	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.96 #	RAPIDO
22	CIRCULAR	B. CALIDO DE LUJO	785	12,000	36	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.96 #	RAPIDO
32	CIRCULAR	BLANCO FRIO	1,850	12,000	68	0.82	4 ALFILERES	T-9	30.48 #	RAPIDO
32	CIRCULAR	LUZ DE DIA	1,590	12,000	50	0.82	4 ALFILERES	T-9	30.48 #	RAPIDO
40	CIRCULAR	BLANCO FRIO	2,650	12,000	68	0.77	4 ALFILERES	T-9	40.64 #	RAPIDO
17	TUBULAR	BLANCO CALIDO	1,400	20,000	82	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60.20	RAPIDO
17	TUBULAR	BLANCO FRIO	1,400	20,000	82	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60.20	RAPIDO
20	TUBULAR	BLANCO CALIDO	1,300	9,000	65	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
20	TUBULAR	BLANCO FRIO	1,360	9,000	65	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
21	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,075	9,000	54	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
21	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,030	7,500	49	0.81	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	60.96	INSTANTANEO
30	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,900	7,500	63	0.81	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60.00	CON ARRANCADOR
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	3,050	20,000	95	0.82	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	RAPIDO
32	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,050	20,000	95	0.82	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	RAPIDO
32	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,050	15,000	95	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	RAPIDO
32	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,050	15,000	95	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	INSTANTANEO
32	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	2,700	12,000	84	0.84	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	116.80	INSTANTANEO
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	2,700	12,000	84	0.84	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	116.80	INSTANTANEO
34	TUBULAR	BLANCO LIGERO	2,700	20,000	79	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
34	TUBULAR	BLANCO FRIO	2,700	20,000	79	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
39	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	3,200	12,000	82	0.82	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	117.00	INSTANTANEO
39	TUBULAR	B. CALIDO DE LUJO	3,200	12,000	82	0.82	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	117.00	INSTANTANEO
39	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,100	12,000	77	0.82	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	121.92	INSTANTANEO
39	TUBULAR	LUZ DE DIA	2,800	12,000	64	0.82	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	121.92	INSTANTANEO
40	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,150	12,000	79	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
40	TUBULAR	LUZ DE DIA	2,800	12,000	65	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
31	190 "v" e	BLANCO FRIO	2,800	20,000	90	0.90	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	57.15	RAPIDO
32	190 "v" e	BLANCO FRIO	3,000	20,000	94	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	57.15	RAPIDO
40	190 "v" e	BLANCO FRIO	2,900	12,000	73	0.84	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	57.15	RAPIDO
59	TUBULAR	BLANCO FRIO	6,000	15,000	102	0.81	SLIMLINE UN ALFLER	T-8	243.84	INSTANTANEO
60	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	6,100	12,000	102	0.82	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	243.84	INSTANTANEO
60	TUBULAR	BLANCO CALIDO	6,100	12,000	102	0.82	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	243.84	INSTANTANEO
75	TUBULAR	BLANCO FRIO	6,300	12,000	94	0.89	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	243.84	INSTANTANEO
76	TUBULAR	LUZ DE DIA	5,450	12,000	73	0.89	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	243.84	INSTANTANEO

Tabla V / Datos fotométricos de luminaria refractogrid

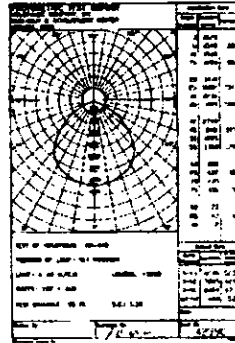
AHORRO DE ENERGIA

HOLOPHANE siempre preocupado por los cada vez más altos costos de energía eléctrica, le presenta la opción económica para sus programas de mantenimiento, en sus instalaciones con luminarios fluorescentes de 2X40 w. que le van a proporcionar hasta un 25% de ahorro de energía. Esto únicamente se consigue con el uso de nuestro paquete de armés de alta reflectancia (92%), balastro de bajas pérdidas, lámparas de 34 w. con bases telescópicas y el controlente REFRACTOGRID.



REFRACTOGRID le ofrece los siguientes beneficios:

- 70% de reducción en luminancia (brillantesz), en la visión directa comparada con los mejores sistemas convencionales.
- Configuración refractiva hemisférica que combina con cualquier diseño de plafón.
- Ocutamiento total de las lámparas en el ángulo normal de visión que es único en el mercado.
- Alto confort visual.
- Uniformidad de iluminación superior debido a su gran relación de espaciamento de 1.4 veces la altura de montaje.
- Más luz útil debido sus elevados coeficientes de utilización.
- Todos los gabinetes vienen equipados con bases telescópicas para asegurar una efectiva conexión eléctrica a pesar de las vibraciones.



COEFICIENTES DE UTILIZACION
HOLOPHANE No. 01-640
4-40 W / BLANCO FRIO
TIPO 4200

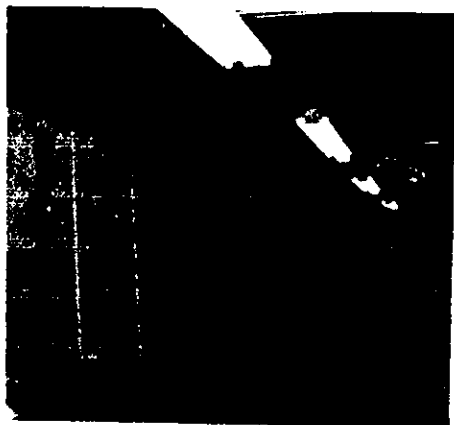
TIPO	TIPO DE PLAFON	CATEGORIA											
		A	B	C	D	E	F	G	H				
E	1	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60
	2	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59
B	1	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58
	2	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57
C	1	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56
	2	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55
D	1	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54
	2	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53
E	1	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52
	2	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.51
F	1	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.51	0.50
	2	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.51	0.50	0.49
G	1	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48
	2	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48	0.47
H	1	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48	0.47	0.46
	2	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48	0.47	0.46	0.45

NUMERO DE CATALOGO	LAMPARAS CANT. X WATTS	BALASTRO TIPO	BASE TIPO	DESCRIPCION APROX. EN CIL.
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO A B C
E-01-0204-ST	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	
E-01-0204-ST	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	

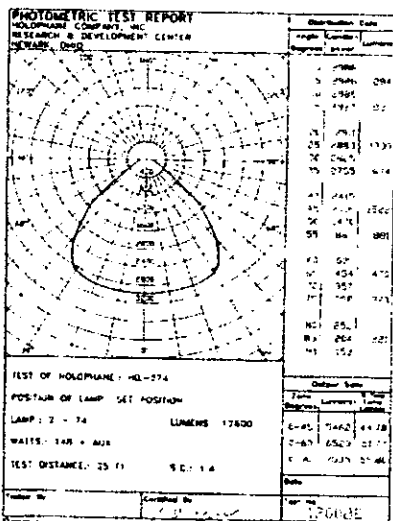
Tabla VI / Datos fotométricos de luminaria serie H.I.L.

HOLOPHANE

Lumionario Fluorescente SERIE H.I.L.



Este equipo fabricado por HOLOPHANE es de forma rectangular. su gabinete es de lámina de acero rolada en frio cat. 20 con un acabado en esmalte blanco con pintura acrílica en polvo, aplicada mediante un proceso electrostático y secado al horno. Su módulo de potencia también es de lámina de acero esmaltada y es desmontable. el equipo puede llevar cabeceras de fundición de aluminio.



COEFICIENTES DE UTILIZACION
HOLOPHANE No. HIL-238
2-38 W / BLANCO FRIO
TEST1201E

TECHO	20%									
	80%	80%	10%	80%	80%	10%	80%	80%	10%	0%
0	.71	.71	.71	.64	.64	.64	.61	.61	.61	.58
1	.63	.60	.60	.58	.57	.55	.54	.53	.52	.51
2	.56	.52	.49	.52	.50	.47	.49	.47	.46	.44
3	.50	.45	.42	.47	.43	.41	.44	.41	.39	.38
4	.44	.40	.36	.42	.38	.36	.40	.37	.34	.33
5	.40	.38	.32	.34	.34	.31	.36	.33	.30	.29
6	.36	.31	.28	.34	.31	.28	.33	.30	.27	.26
7	.33	.28	.25	.32	.28	.25	.30	.27	.24	.23
8	.30	.26	.22	.29	.25	.22	.28	.24	.22	.21
9	.28	.23	.20	.27	.23	.20	.26	.22	.20	.19
10	.26	.21	.18	.25	.21	.18	.24	.21	.18	.17

B I B L I O G R A F Í A

1. **Diplomado en instalaciones eléctricas industriales y para edificios, internacional.**
Facultad de Ingeniería UNAM/ División de Educación Continua 1996.
2. **Iluminación.**
Crouse Hinds Domex.
3. **Manual de Ingeniería de aplicación.**
Lumisistemas 1995.
4. **Principios de Iluminación y Niveles de Iluminación en México.**
Ingeniería de Iluminación Junio 1967.
5. **Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1994**
Diario Oficial de la Federación.
Octubre 1994.
6. **Normas de Diseño de Ingeniería, Instalaciones Eléctricas**
Instituto Mexicano del Seguro Social
Subdirección General de Obras y Patrimonio Inmobiliario
Norma IMSS 1993.
7. **Instalaciones de Salas Informáticas**
Carlos A. Serrano Calvo
Paraninfo 1989.
8. **IBM General Information Manual**
Installation Manual – Physical Planning
IBM 1990.
9. **Unidades de Verificación de Instalaciones Eléctricas**
Serie AIUME, Libro Azul
Ing. Julio C. Luna Castillo
Octubre 1993
10. **ANSI / IEEE Std. 80-1986**
IEEE Guide for Safety in Ac Substation Grounding.