



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DE LAS NORMAS  
DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE  
CIUDAD UNIVERSITARIA EN BASE A LA  
NORMATIVIDAD VIGENTE”**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO**

**PRESENTAN:**

**CARBAJAL RIVERO RICARDO**

**GÓMEZ GUEVARA RICARDO**

**MARTÍNEZ MEDINA CARLA ELIZABETH**

**ASESOR:**

**ING. JULIO CARLOS LUNA CASTILLO**



MÉXICO DF,

2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **AGRADECIMIENTOS**

### ***A mi madre***

*Por darme sin medida su amor, anteponiendo mi persona sobre la suya.  
Por ser mi confidente y guía.*

### ***A mi padre***

*Por su apoyo y confianza en mis ideas, por enseñarme a reír y dejarme cometer errores.*

### ***A Marco y Vico***

*Por compartir su infancia conmigo y cuidarme con su cariño y ejemplo.*

### ***A Carmen y Recaredo***

*Por sus consejos, su ejemplo, su aceptación en todo momento.  
Por aliviar mis temores con sus palabras y enseñarme el valor de la paz y la libertad.*

### ***A mi familia***

*Por cuidarme y fortalecerme, por no dejarme caer y hacerse presentes en mi forma de ser.*

### ***A mis amigos***

*Por darme mucha alegría y buenos momentos que valorare siempre.*

### ***A Angélica***

*Por ser mi compañera, mi amiga y mi cómplice, por alojar mis sueños y hacerme una mejor persona.  
Por estar aquí y amarme como me ama. Te amo.*

### ***A Carla y Ricardo.***

*Por su amistad y esfuerzo en el desarrollo de esta tesis.*

### ***Al Ing. Arturo Martínez***

*Por su tiempo, paciencia y compromiso hacia nosotros.*

### ***Al Ing. Julio Luna Castillo***

*Por su ejemplo y constantes consejos profesionales y humanos.*

### ***Al Ing. Guillermo López Monroy***

*Por sus aportaciones para este trabajo, su buena disposición en cada momento y su alegría en cada plática.*

*Ricardo Gómez Guevara*

## **AGRADECIMIENTOS**

### ***A mi mamá***

*Porque siempre estás ahí cuando te necesito, por tu apoyo en todos mis proyectos personales y profesionales, por tu paciencia y sobre todo por confiar en mí y haberme dado la vida. Te quiero mucho.*

### ***A mis hermanos Paola, Isela y Josue***

*Por su compañía, por ayudarme en todos mis proyectos, por sus consejos y sobre todo por hacerme reír y pasar ratos agradables, lo que ayudó a olvidarme un momento de las presiones y los problemas. Los quiero mucho.*

### ***A Aldo***

*Por estar conmigo estos últimos años, por ser mi compañero y amigo, por apoyarme y hacerme sentir segura de mis decisiones y lo más importante, por soportarme en mis buenos y malos momentos y demostrarme que puedo contar contigo siempre. Te amo.*

### ***A mis compañeros de la Facultad***

*Porque siempre han estado ahí, por su ayuda, sus consejos y por hacerme pasar buenos ratos, dentro y fuera de la escuela y por enseñarme el valor de la amistad.*

### ***A mis compañeros de tesis***

*Por compartir su trabajo, por su esfuerzo y dedicación para concluir esta tesis, pero sobre todo por su compañerismo y amistad.*

### ***Al Ing. Julio Luna Castillo***

*Por compartir su conocimiento y experiencia y por tener la paciencia suficiente para explicarnos y enseñarnos.*

### ***Al Ing. Guillermo López Monroy***

*Por apoyarnos siempre, por compartir su conocimiento y por estar siempre cuando lo necesitamos.*

### ***Al Ing. Arturo Martínez***

*Por ayudarnos en el desarrollo de la tesis, por compartir su conocimiento y darnos consejos útiles.*

*Carla Elizabeth Martínez Medina*



**“PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DE LAS  
NORMAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS DE CIUDAD UNIVERSITARIA EN  
BASE A LA NORMATIVIDAD VIGENTE”**

TESIS  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO  
PRESENTAN:

**CARBAJAL RIVERO RICARDO  
GÓMEZ GUEVARA RICARDO  
MARTÍNEZ MEDINA CARLA ELIZABETH**

ASESOR: ING. JULIO CARLOS LUNA CASTILLO



MÉXICO DF, 2008

## INDICE

### 1. Introducción

1.1 Generalidades y alcances del proyecto.....	7
1.2 Objetivo y campo de aplicación .....	7
1.3 Descripción del problema.....	7
1.4 Metodología.....	8
1.5 Resultados esperados .....	8

### 2. Alumbrado

2.1 Introducción.....	9
2.2 Objetivo.....	9
2.3 Densidad de Potencia Eléctrica.....	10
2.4 Niveles de iluminación.....	11
2.5 Materiales.....	12
2.6 Controles.....	16

### 3. Contactos

3.1 Introducción.....	19
3.2 Objetivo.....	19
3.3 Selección y aplicación.....	19
3.4 Código de colores para contactos.....	20
3.5 Conductor de alimentación.....	20
3.6 Conductor puesto a tierra (neutro).....	21
3.7 Conductor de puesta a tierra.....	21
3.8 Contactos con tierra aislada.....	21
3.9 Tableros para circuitos derivados.....	21

3.10 Especificaciones generales.....	22
3.11 Selección de contactos o receptáculos.....	23

#### **4. Motores**

4.1 Introducción.....	25
4.2 Objetivo.....	25
4.3 Requisitos de diseño.....	25
4.4 Artículos mínimos requeridos de la NOM-001-SEDE-2005.....	27

#### **5. Equipos eléctricos diversos**

5.1 Equipos de aire acondicionado y de refrigeración.....	29
5.2 Teatros, áreas de audiencia en cines y estudios de televisión y lugares similares.....	33
5.3 Estudios de cine, televisión y lugares similares.....	37
5.4 Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, escaleras y elevadores para silla de ruedas.....	41
5.5 Máquinas de soldar eléctricas.....	49
5.6 Equipos de procesamiento de datos y de cómputo electrónico.....	53
5.7 Equipos de rayos X.....	55
5.8 Albercas, fuentes e instalaciones similares.....	58
5.9 Sistemas solares fotovoltaicos.....	62
5.10 Bombas contra incendios.....	68

#### **6. Circuitos derivados**

6.1 Introducción.....	71
6.2 Objetivo.....	71

6.3 Requisitos de diseño.....	71
6.4 Artículos mínimos requeridos de la NOM-001-SEDE-2005.....	72

## **7. Canalizaciones**

7.1 Tubo conduit metálico tipo pesado (de pared gruesa).....	75
7.2 Tubo conduit metálico tipo ligero (de pared delgada).....	76
7.3 Tubo conduit rígido no metálico (PVC).....	77
7.4 Tubo conduit metálico flexible.....	78
7.5 Ductos metálicos.....	79
7.6 Cajas, cajas de paso y sus accesorios utilizados para salida, empalme unión o jalado.....	79
7.7 Soporte tipo charola para cables.....	82

## **8. Tableros de alta y baja tensión**

8.1 Introducción.....	87
8.2 Objetivo.....	87
8.3 Tableros de alta tensión.....	87
8.4 Tableros de baja tensión.....	87
8.5 Artículos mínimos requeridos de la NOM-001-SEDE-2005.....	89

## **9. Transformadores**

9.1 Definición.....	93
9.2 Selección de transformadores.....	93
9.3 Capacidad.....	93
9.4 Medio aislante.....	93
9.5 Uso de transformadores de baja tensión.....	93
9.6 Contenedores de aceite.....	93

9.7 Transformadores tipo poste y tipo subestación.....	94
9.8 Transformadores tipo pedestal.....	94
9.9 Transformadores de distribución y potencia tipo seco.....	94
9.10 Artículos mínimos requeridos de la NOM-001-SEDE-2005.....	94

## **10. Sistemas de Emergencia**

10.1 Introducción.....	97
10.2 Objetivo.....	97
10.3 Planta de emergencia.....	97
10.4 Fuente de Energía Ininterrumpible (UPS).....	103
10.5 Alumbrado de Emergencia.....	104
10.6 Equipos a conectar al Sistema de Emergencia.....	105
10.7 Especificaciones generales de alambrado de sistemas de emergencia.....	106

## **11. Subestaciones**

11.1 Introducción.....	107
11.2 Objetivo.....	107
11.3 Generalidades.....	107
11.4 Subestaciones fuera de Ciudad Universitaria.....	108
11.5 Subestaciones dentro de Ciudad Universitaria.....	108
11.6 Transformadores.....	108
11.7 Tableros.....	109
11.8 Locales y espacios.....	110
11.9 Sistema de Tierras.....	111

## **12. Sistemas de tierra**

12.1 Introducción.....	113
12.2 Objetivo.....	113
12.3 Requisitos de diseño.....	113
12.4 Artículos mínimos requeridos de la NOM-001-SEDE-2005.....	114

## **13. Sistemas de pararrayos**

13.1 Introducción.....	117
13.2 Objetivo.....	117
13.3 El sistema de protección contra descargas atmosféricas.....	117
13.4 Sistemas a utilizar.....	117
13.5 Generalidades.....	118

## **14. Conclusiones..... 119**

## **15. Bibliografía..... 121**



## 1. Introducción

### 1.1 Generalidades y alcances del proyecto

La parte medular de las Instalaciones Eléctricas es el “diseño eléctrico”, ya que es en él donde se pueden prever problemas de la construcción, de conservación y mantenimiento.

Para el desarrollo de los proyectos de Instalaciones Eléctricas, se requiere de personal especializado que domine la técnica del diseño, con conocimientos amplios de los códigos, normas, reglamentos, etc., y con amplia experiencia en las especificaciones de equipos y materiales empleados en éstas.

En México, el diseño de las Instalaciones Eléctricas, se realiza dentro del marco legal de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, la cual regula las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica. La presente Norma Universitaria acata las disposiciones de la NOM, así como los principios correctos de la Ingeniería, para poder realizar Instalaciones Eléctricas seguras, flexibles y económicas.

### 1.2 Objetivo y campo de aplicación

Realizar una revisión de las normas de diseño de instalaciones eléctricas de Ciudad Universitaria existentes para su modificación, actualización y puesta en marcha, acorde a las necesidades y requerimientos de las instalaciones eléctricas dentro de Ciudad Universitaria.

Establecer los criterios, requisitos y procedimientos para la planeación y diseño de las instalaciones eléctricas en las áreas que las requieran, manteniendo el nivel de servicio y seguridad en lo que respecta a suministro y utilización de la energía eléctrica demandada por los usuarios de los inmuebles, para cumplir con sus funciones sustantivas de Docencia, Investigación, Difusión de la Cultura y Apoyo.

La correcta y adecuada utilización de los ordenamientos de esta Norma, son de aplicación obligatoria en el diseño de las instalaciones eléctricas de la UNAM, de inmuebles nuevos, ampliaciones, remodelaciones y rehabilitaciones de las instalaciones existentes.

### 1.3 Descripción del problema

Estas normas se sustentaron en la norma oficial mexicana de 1994 (NOM-001-SEMP-1994), lo que genera que algunos de sus capítulos sean obsoletos, por lo que es importante establecer una revisión y actualización de las mismas.



#### **1.4 Metodología:**

- Revisión de las normas de diseño de instalaciones eléctricas.
- Revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización)
- Establecer una propuesta de modificaciones a la norma de diseño, de acuerdo a la utilización de la energía eléctrica dentro de Ciudad Universitaria.
- Establecer los mecanismos por medio de los cuales puedan realizarse dichas modificaciones.
- Establecer si es factible la incorporación de otras normas vigentes de instalaciones eléctricas para complementar las normas de diseño de instalaciones eléctricas, de acuerdo a las necesidades de utilización de la energía en Ciudad Universitaria.

#### **1.5 Resultados esperados**

Este trabajo pretende establecer los mecanismos para la actualización de las normas de diseño de instalaciones eléctricas, basándonos en la normatividad vigente como es la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, así como de otras normas sobre instalaciones eléctricas.

Se espera que la incorporación de otras normas sobre instalaciones eléctricas en el presente trabajo no sólo nos ayude a la actualización de las normas de diseño, sino que complemente lo que en ellas se estipula.

El presente trabajo sentará las bases necesarias para que en el diseño y puesta en marcha de instalaciones eléctricas dentro de Ciudad Universitaria se cumplan con los requerimientos mínimos necesarios que estipula la normatividad vigente.



## 2. Alumbrado

### 2.1 Introducción

El diseño de los modernos sistemas de alumbrado es dinámico debido al avance y progreso de la tecnología, la que nos proporciona nuevos y variados materiales y productos; además, no es un procedimiento mecánico que utilice un simple relleno de fórmulas, sino que incluye un conocimiento claro de las técnicas y experiencias probadas en diseños anteriores, combinándolas con las técnicas modernas y la habilidad del proyectista.

El diseño adecuado de un sistema de iluminación propicia un confort visual para el buen desarrollo de las tareas esenciales que se realizan en los diferentes recintos; es decir, que permite una visión bastante completa y pronta de los objetos, y sin fatiga para la vista; además reduce las fallas del sistema eléctrico, peligros de incendio y accidentes de trabajo; aumenta la eficiencia en los servicios y estimula el orden y la limpieza.

Los sistemas de iluminación dentro de la UNAM son los responsables del 60% del consumo eléctrico. Los sistemas de iluminación sufren constantemente cambios en sus estructuras, mismos que afectan los diseños eléctricos; por lo anterior, se ha evaluado que es necesario contar con una norma sobre alumbrado en la UNAM; adicionalmente, ya que se requiere indicar en planos específicos las necesidades de alumbrado para las diferentes áreas comunes y especiales de enseñanza e investigación, tales como: Salas de Cómputo, Laboratorios, Auditorios, Herbarios, etc.

### 2.2 Objetivo

Proporcionar al proyectista de las instalaciones eléctricas de los inmuebles de la UNAM, los criterios específicos para la elaboración de los proyectos de alumbrado, para satisfacer plenamente las necesidades de iluminación conforme al trabajo a desarrollar y a las normas de seguridad existentes, haciendo un uso adecuado de energía.



### 2.3 Densidad de Potencia Eléctrica

La Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) se calcula mediante la expresión:

$$= \frac{\text{Carga total conectada para alumbrado (W)}}{\text{Área total iluminada (m}^2\text{)}}$$

Donde DPEA está expresada en  $W/m^2$ , la carga total conectada para alumbrado está expresada en Watts y el área total iluminada está expresada en  $m^2$ .

Las instalaciones e inmuebles de la UNAM deben cumplir con lo establecido en la NOM-007-ENER-2003- "Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales", o la más reciente, según los valores mostrados en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)**

Tipo de edificio	DPEA ( $W/m^2$ )
<b>Oficinas</b>	
Oficinas	14
<b>Escuelas y demás centros docentes</b>	
Escuelas o Instituciones educativas	16
Bibliotecas	16
<b>Establecimientos comerciales</b>	
Tiendas de autoservicio	20
Salas de cine	17
Teatros	16
Talleres	18
<b>Hospitales</b>	
Hospitales, Sanatorios y Clínicas	17
<b>Restaurantes</b>	
Cafeterías y venta de comida rápida	19
<b>Bodegas</b>	
Bodegas o áreas de almacenamiento	13
<b>Recreación y Cultura</b>	
Gimnasios y Centros Deportivos	16
Museos	17

#### 2.3.1 Método de Cálculo

Para la metodología de cálculo de la DPEA, consultar el capítulo 7 de la NOM-007-ENER-2003.



NOTA: Para los casos no previstos en la mencionada norma los criterios se establecerán de común acuerdo con la DGO y C (Dirección General de Obras y Conservación)

## 2.4 Niveles de iluminación

Los niveles de iluminación para alumbrado interior indicados en la siguiente tabla, debe servir de base para el diseño de la iluminación de los inmuebles que construye la UNAM, los cuales están basados en la IES, la NOM-025-STPS-1999- "Condiciones de iluminación en los centros de trabajo" y la experiencia propia de la UNAM.

La variación permitida de estos valores es de un  $\pm 10\%$ .

Local	Nivel en luxes
Aulas.	400
Oficinas.	300
Cubículos.	250
Bibliotecas (sala de lectura)	500
Laboratorios.	500
Salas de juntas.	250
Salas de cómputo.	500
Salas de dibujo	600
Salas de espera.	200
Baños.	150
Pasillos interiores.	150
Pasillos exteriores.	150
Escaleras interiores.	100
Pasos a cubierto.	60
Estacionamientos	20

2.4.1 Para los diferentes tipos de aulas, oficinas y salas de dibujo, se tomará como referencia lo indicado en la tabla anterior y se complementará con la información existente en la Dirección de Proyectos (DP) de la DGO y C de la UNAM.

2.4.2 El nivel mínimo de iluminación debe ser 20 luxes.

2.4.3 Estos niveles de iluminación se deben lograr con factores de reflexión mínimos de:

- Plafones o techumbres 80%
- Pared arriba del plano de instalación 40%
- Pared región intermedia del cuarto 50%
- Pared abajo del plano de trabajo 10%



Puertas 40%  
Ventanas 10%  
Piso 22%

2.4.4 Se recomienda utilizar colores claros en los acabados.

## 2.5 Materiales

### 2.5.1 Selección de las unidades de iluminación

Deberá hacerse tomando en consideración los criterios técnicos y económicos más adecuados para dar solución a los problemas de iluminación planteados en el proyecto arquitectónico (tipo de luminaria, su eficacia luminosa, aspecto ornamental, características de instalación y montaje, costo inicial, costo de mantenimiento y consumo de energía eléctrica, en servicio normal y/o de emergencia), a continuación se establecen los principales criterios técnicos:

a. En alumbrado de interiores y para alturas hasta de cuatro metros utilizar alumbrado fluorescente. Las luminarias deben de tener las siguientes características:

- Lámparas tipo T8, encendido rápido de 32 W con temperatura de color de 4100<sup>º</sup> K, Voltaje nominal 120-127V.
- Balastro tipo electrónico, con factor de potencia superior a 0.9, nivel de ruido A, factor de balastro mayor a 0.85, THD máximo de 20%.
- Bases del tipo by pin (quedan prohibidas las bases de media vuelta)
- Reflectores con una reflectancia mínima del 85%.
- Difusores de acrílico, eficiencia mínima del 65%, con prismas de forma piramidal con una densidad de 25 a 64 por pulgada cuadrada y de 3 mm de espesor.

b. Para el caso específico de las salas de cómputo utilizar difusores del tipo louver.

c. En recintos con alturas mayores de cuatro metros, utilizar lámparas de aditivos metálicos para el alumbrado interior o cualquier otro de alta intensidad de descarga dependiendo de la actividad que se realice y de la iluminación requerida. Para este caso se debe prever e indicar el procedimiento de mantenimiento de los mismos.

d. La utilización de iluminación incandescente o fluorescente compacto queda restringida; solamente se instalarán en áreas muy especiales y con la autorización previa de la DGO y C.

e. Para iluminación de exteriores utilizar lámparas de aditivos metálicos de 250 W o cualquiera otra de mayor potencia.

f. Para casos especiales, monumentos históricos, fachadas, esculturas, etc., consultar a la Dirección de Proyectos de la DGO y C.



g. Para la instalación y utilización de cualquier otro sistema de iluminación, por ejemplo a base de celdas solares o a base de LED'S, se deberá consultar a la Dirección de Proyectos de la DGO y C.

## 2.5.2 Localización de luminarios.

### 2.5.2.1 Luminarios en lugares específicos

La instalación de luminarios en lugares húmedos o mojados debe hacerse de modo que no entre ni se acumule agua en el compartimiento de alambrado, portalámparas u otras partes eléctricas. Todos los luminarios instalados en lugares húmedos o mojados deben llevar el marcado "Uso exterior". (Artículo 410 Sección 4 Subsección (a) de la NOM-001-SEDE-2005)

### 2.5.2.2 Luminarios cerca de materiales combustibles.

Los luminarios deben estar contruidos, instalados o equipados con deflectores o protectores de modo que los materiales combustibles no se vean expuestos a temperaturas superiores a 90°C. (Artículo 410 Sección 5 de la NOM-001-SEDE-2005)

### 2.5.2.3 Luminarios en áreas peligrosas

NOTA: Para mayor detalle acerca de la clasificación de áreas peligrosas, consultar los Artículos 500 al 507, así como el Artículo 410 de la NOM-001-SEDE-2005.

## 2.5.3 Instalación de luminarios.

### 2.5.3.1 Soportes

Se permite utilizar postes metálicos para soportar luminarios y como canalización para contener los conductores de alimentación, siempre que cumplan las condiciones establecidas en el Artículo 410 Sección 15 Subsección (b) de la NOM-001-SEDE-2005.

### 2.5.3.2 Puesta a tierra

Los luminarios y los equipos de iluminación deben ponerse a tierra de acuerdo con lo siguiente:

a) Con partes conductoras expuestas. Se deben de poner a tierra las partes expuestas de los luminarios y equipo directamente conectados o cableados a cajas de registro con puesta a tierra.



b) Hechos de material aislante. Las partes expuestas de los luminarios, directamente conectadas o cableadas a cajas de registro sin medios para puesta a tierra, deben estar hechas de material aislante y no presentar partes conductivas expuestas. (Artículo 410 Sección 18 de la NOM-001-SEDE-2005)

NOTA: Los luminarios con partes metálicas expuestas deben estar dotados de un medio para conectar un conductor de puesta a tierra. (Artículo 410 Sección 20 de la NOM-001-SEDE-2005)

#### 2.5.3.2.1 Método de puesta a tierra.

Se considera que los luminarios están puestos a tierra cuando estén mecánicamente conectados a un conductor de puesta a tierra de equipo, los cuales pueden ser:

- Un conductor de cobre u otro material resistente a la corrosión;
- Un tubo conduit metálico tipo pesado;
- Un tubo conduit metálico tipo semipesado;
- Un tubo conduit metálico tipo ligero;
- Un tubo conduit metálico flexible, si tanto el tubo conduit como sus accesorios están aprobados para puesta a tierra;
- Otras canalizaciones metálicas con continuidad eléctrica, aprobadas para utilizarse para puesta a tierra; tal como se especifica en el Artículo 250 Sección 91 Subsección (b) de la NOM-001-SEDE-2005.

NOTA: Para determinar el tamaño adecuado de los conductores de puesta a tierra consultar el Artículo 250 Sección 95, así como la Tabla 250-95 "Tamaño nominal mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos", de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 2.5.4 Alambrado de los luminarios

2.5.4.1 El cableado en o dentro de los luminarios debe estar acomodado ordenadamente y no estar expuesto a daño físico. Debe evitarse el exceso de cables. Los conductores deben estar colocados de manera que no estén sujetos a temperaturas superiores a su temperatura nominal de operación. (Artículo 410 Sección 22 de la NOM-001-SEDE-2005)

2.5.4.2 Los luminarios deben cablearse con conductores que tengan un aislamiento adecuado para las condiciones ambientales, corriente, tensión eléctrica y temperatura a las que vayan a estar expuestas. (Artículo 410 Sección 24 de la NOM-001-SEDE-2005)



NOTA: Para la capacidad de conducción de corriente admisible en los cables de luminarios, la temperatura máxima, los límites de tensión y el tamaño mínimo del alambre o cable, se debe consultar el Artículo 402 de la NOM-001-SEDE-2005.

2.5.4.3 Todas las conexiones de conductores deben hacerse en cajas registro o condulets, según el caso.

2.5.4.4 El código de colores para los conductores eléctricos, será:

Tipo de Conductor	Color
Fases	Rojo, negro y azul
Neutro	Blanco o gris
Tierra física	Desnudo

2.5.5 Métodos de instalación para alumbrado interior.

2.5.5.1 En coordinación con la DGO y C, debe definirse la altura, tipo, distribución y localización ornamental de montaje (sobreponer, embutir, etc.) de las luminarias requeridas en cada una de las áreas del edificio, coordinándose con los responsables de las demás instalaciones (hidráulicas, sanitarias, aire acondicionado, etc.) para evitar elementos traslapados.

2.5.5.2 El calibre mínimo de los conductores para alumbrado interior es el No.12 AWG.

2.5.5.3 Cuando exista falso plafón o en instalaciones aparentes la conexión de las luminarias debe hacerse con tubo metálico flexible de 13 mm de diámetro, utilizando el conector adecuado.

2.5.5.4 Para fijación de luminarias en losa, se debe utilizar sistema de fijación expansivo galvanizado.

2.5.5.5 Para la fijación de luminarias en falso plafón, utilizar alambre galvanizado calibre 18.

2.5.5.6 Todas las luminarias deben estar conectadas al sistema de tierras.

2.5.5.7 Para luminarias que se deban colgar, utilizar cadena galvanizada del tipo Víctor.

2.5.5.8 Cuando las canalizaciones se ubiquen en el interior de plafones, los registros se colocarán junto a las luminarias o rejillas.

Nota: Para el uso de otros soportes consultar a la DGO y C.

2.5.5.9 Para instalaciones eléctricas especiales (a prueba de explosión, industriales, ambientes corrosivos, etc.) se deben aplicar los Artículos 500 al 507 de la NOM-001-SEDE-2005.



## 2.5.6 Métodos de instalación para alumbrado exterior.

2.5.6.1 El calibre mínimo de los conductores para alumbrado exterior es el No.10 AWG.

2.5.6.2 Los reflectores de azotea deben fijarse con sistemas de fijación expansivos galvanizados.

2.5.6.3 Los postes deben fijarse a una base de concreto armado, la cual debe sobresalir mínimo 10 cm del nivel del terreno natural o banqueteta.

## 2.6 Controles

2.6.1 Hacer un seccionamiento adecuado para apagadores de acuerdo con los siguientes criterios:

- a. En aulas un máximo de tres luminarias por apagador.
- b. En oficinas privadas y cubículos un máximo de dos luminarias por apagador.
- c. En oficinas y áreas generales un máximo de dos luminarias por apagador.
- d. En baños un máximo de dos luminarias por apagador.
- e. En pasillos un máximo de cinco luminarias por apagador. En estos casos las luminarias deben de ser controladas de una manera terciada.
- f. En laboratorios de investigación un máximo de cuatro luminarias por apagador.
- g. En general cada espacio limitado por paredes ó cubierto por techo, se requiere que tenga un control y en adición un punto de control por cada zona ó grupo de trabajo dentro de un área de 40 m<sup>2</sup> o menos.

2.6.2 Las unidades de iluminación que dan servicio a sanitarios privados, cuartos de aseo, privados, y en general a los locales que no tengan libre acceso al público, deben controlarse con apagadores individuales, cuidando que este tipo de unidades no estén conectadas a los circuitos de las áreas abiertas.

2.6.3 El seccionamiento de los apagadores se debe realizar dando la flexibilidad de poder apagar luminarias cercanas a las entradas de luz natural.

2.6.4 En los casos que se requiera de iluminación localizada, ésta debe de tener su apagador por separado.



2.6.5 Todos los controles de iluminación deben estar en lugares accesibles para el personal que ocupa o hace uso del recinto.

2.6.6 Aún cuando la limitación de carga fijada permita controlar desde un mismo interruptor un número muy amplio de unidades, se deben proyectar los controles de manera que la iluminación satisfaga eficientemente sus funciones en las mejores condiciones económicas de consumo de energía, lo que significa que no se tengan unidades trabajando inútilmente por iluminar determinada área.

2.6.7 Los controles de luces exteriores no deben de controlar ninguna luminaria interior y se le debe de dar la flexibilidad de encendido alternado.

2.6.8 Todo el alumbrado exterior de vialidades y andadores debe de contar con una fotocelda por luminaria.

2.6.9 Para el alumbrado exterior desde azoteas, el control debe ser a base de contactores magnéticos y fotoceldas.

2.6.10 Para asegurar que la iluminación exterior no se quede encendida las 24 horas del día, debe de contar con controles automáticos de fotoceldas. En algunos casos se deben de combinar con temporizadores para apagar parcialmente durante las horas de no uso del edificio, dejando solamente las necesarias por seguridad. Los controles de tiempo deberán contar con sistemas de alimentación de respaldo para que no varíen su programación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA



Capítulo 2      Alumbrado

---



### 3. Contactos

#### 3.1 Introducción

Los sistemas para instalación de contactos sufren constantemente cambios debido al crecimiento de necesidades, mismos que afectan los diseños eléctricos, por lo anterior se consideró necesario contar con una Norma exclusiva de la UNAM, independiente de los cálculos eléctricos de circuitos derivados para fuerza y alumbrado.

#### 3.2 Objetivo

Proporcionar al proyectista de las instalaciones eléctricas de los inmuebles de la UNAM, los criterios específicos para la elaboración de proyectos de contactos y salidas tomacorriente que respecto a este tema indica la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, haciendo un uso adecuado de energía.

#### 3.3 Selección y aplicación

3.3.1 Los contactos o receptáculos deben ser del tipo dúplex polarizado con conexión a tierra física, destinado a usarse en equipos con una tensión de 127 Volts de fase a neutro y con una capacidad para 15 amperes, aprobados por la DGN (NOM-057)

3.3.2 La aplicación de contacto o receptáculo, de alimentación normal con tensión de fase a neutro de 127 Volts, y tierra física, es para locales con uso de:

- a. Aulas
- b. Oficinas
- c. Cubículos
- d. Laboratorios
- e. Baños
- f. Pasillos interiores y exteriores
- g. Escaleras
- h. Bibliotecas
- i. Bodegas
- j. Comedores.
- k. Salas de espera
- l. Salas de juntas
- m. Tiendas de autoservicio
- n. Estacionamientos
- o. Otros.



Nota: En lugares donde se instale equipo electrónico, como computadoras, se debe instalar un sistema de tierra aislada.

3.3.3 La aplicación de contactos o receptáculos de alimentación especial, con tensión de fase a neutro o fase a fase mayor a 127 Volts, es para locales con uso de:

- a. Laboratorios
- b. Centros de Investigación
- c. Talleres
- d. Cines, Teatros y Estudios de TV.
- e. Gasolineras
- f. Clínicas
- g. Otros

Nota: Todos los equipos, motores, y gabinetes, deben ir conectados al sistema general de tierras.

#### 3.4 Código de colores para contactos.

Se sugiere que los contactos que se instalen en los inmuebles de la UNAM cumplan con el siguiente código de colores:

- a. Color blanco: Para contactos normales, servicio a equipo electrodoméstico y usos generales.
- b. Color café: Para contactos con alimentación en emergencia.
- c. Color anaranjado: Para equipos de cómputo o electrónicos con alimentación de acondicionador de línea o de UPS.

NOTA: En caso de no cumplir con el código anterior, cada dependencia deberá tener sus propios medios de identificación para los diferentes tipos de contactos, previa autorización de la Dirección de Proyectos de la DGO y C.

#### 3.5 Conductor de alimentación.

Seleccionar conductor de cobre del tipo cable, con aislamiento tipo THW-LS 75<sup>o</sup>, 600 V, para fase y neutro calibre mínimo del No.10.



3.5.1 El código de colores para los conductores eléctricos, será:

Tipo de Conductor	Color
Fases	Rojo, negro y azul
Neutro	Blanco o gris.
Tierra física	Desnudo.
Tierra aislada	Verde

### 3.6 Conductor puesto a tierra (neutro)

El conductor puesto a tierra deberá tener forro exterior color blanco o gris o cumplir con los medios de identificación que se describen en el Artículo 200 Sección 6 de la NOM-001-SEDE-2005.

### 3.7 Conductor de puesta a tierra

3.7.1 El conductor de puesta a tierra física deberá ser desnudo.

3.7.2 El conductor de puesta a tierra aislada de los equipos de un circuito derivado, debe identificarse por un color verde continuo o con una o más franjas amarillas, según lo indica el Artículo 210 Sección 5 Subsección (b) de la NOM-001-SEDE-2005.

3.7.3 Para contactos normales debe ser del calibre 12, y debe conectarse al sistema de tierra del sistema eléctrico y al centro de carga.

### 3.8 Contactos con tierra aislada

Los contactos con conexión de tierra aislada deben instalarse exclusivamente en áreas destinadas a centros de cómputo, laboratorios, salas de videoconferencias, salas de radio y T.V. y todas aquellas que manejen equipo electrónico sensible.

### 3.9 Tableros para circuitos derivados

3.9.1 Se debe considerar un tablero exclusivamente para contactos de tensión normal y otro para tensión regulada.

3.9.2 El tablero para contactos polarizados con tierra aislada debe contener además de la barra de neutros, una barra de tierra física y una barra de tierra aislada.



### 3.10 Especificaciones generales

3.10.1 La carga máxima para el circuito de contactos debe ser de 1800 Watts.

3.10.2 El número máximo de contactos dúplex para servicio normal debe ser de seis por circuito.

3.10.3 La carga por contacto dúplex de corriente regulada para proyecto debe considerarse de 180 Watts.

3.10.4 Los contactos dúplex polarizados de 15 amperes, 127 Volts, deben ser para uso general.

3.10.5 En lugares donde existen películas fotográficas, o lugares explosivos, deben instalarse contactos a prueba de explosión que cumplan con los requisitos que se describen en los Artículos 500 al 507 de la NOM-001-SEDE-2005.

3.10.6 En lugares expuestos a líquidos o con humedad en el ambiente superior al 80% deben instalarse contactos con cubierta a prueba de estas condiciones, y con interruptores de protección de falla a tierra (ICFT)

3.10.7 En guarderías los contactos deben instalarse a una altura de 1.20 m sobre el nivel de piso terminado y deben ser contactos con ICFT.

3.10.8 En oficinas, aulas, laboratorios, cubículos y pasillos la altura mínima para la ubicación de contactos es de 0.30 m al centro de la caja sobre el n.p.t.; cuando se requiera proyectar los contactos a un nivel distinto del anterior, se anotará en cada caso la altura indicada. Para contactos en piso, techos o escalones, se requerirá la autorización de la Dirección de Proyectos de la DGO y C.

3.10.9 En áreas exteriores se deben instalar contactos a prueba de intemperie y con ICFT, según lo indica el Artículo 210 Sección 8 de la NOM-001-SEDE-2005.

3.10.10 Cuando la carga a conectar en un contacto monofásico de 127 Volts sea de más de 800 Watts continuos, se debe considerar un circuito exclusivo para ese equipo (hornos de microondas, deshumidificadores, refrigeradores, ultracongeladores, etc.)

3.10.11 Para canalizaciones aparentes el uso de la canaleta metálica o PVC, está sujeto a la autorización de la DGO y C.



### 3.11 Selección de contactos o receptáculos

3.11.1 Los de entrada recta serán para tensión de 127 Volts y los de media vuelta para tensiones diferentes a 127 Volts.

3.11.2 Deben ser de media vuelta o de forma especial diseñados exclusivamente para la carga y el tipo de equipo a conectar (refrigeradores industriales, incubadoras, equipos fijos y equipos que por sus características técnicas y/o de construcción así lo requieran)

3.11.3 En talleres o laboratorios en donde existe equipo que deba ser conectado mediante un contacto y que tenga un consumo alto de corriente, se deberá considerar instalar un interruptor de cuchillas de la capacidad adecuada y de fácil acceso, a una distancia no mayor a 2.5 metros entre contacto e interruptor.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA



Capítulo 3

Contactos

---



## 4. Motores

### 4.1 Introducción

Los motores eléctricos son máquinas que transforman la energía eléctrica en energía mecánica, y su utilización es muy amplia. En la UNAM su principal aplicación es en los servicios, como son: elevadores, bombas, campanas extractoras, compresores, equipos electrodomésticos, equipos de aire acondicionado y sistemas de refrigeración, y equipos asociados a la investigación

### 4.2 Objetivo

Proporcionar al proyectista de las instalaciones eléctricas de los inmuebles de la UNAM, los criterios específicos para la elaboración de proyectos donde se consideran equipos que para su funcionamiento requieran de motores eléctricos, haciendo un uso eficiente de energía.

### 4.3 Requisitos de diseño

4.3.1 Los motores que se utilicen en los equipos que adquiere la UNAM, deben ser de alta eficiencia, de conformidad con la NOM-016-ENER-1997 y NOM-014-ENER-2004.

4.3.2 Los motores utilizados en los proyectos de la UNAM deben contar con el sello FIDE y cumplir con lo especificado en la NUDE.

4.3.3 Todos los equipos que utilicen motores de 0.746 kW (1.0 H.P.) o capacidades mayores deben ser trifásicos.

4.3.4 A partir de 7.46 kW (10 H.P.) de capacidad, los motores deben contar con arrancadores a tensión reducida.

Nota: Para casos especiales consultar a la DGO y C, UNAM.

4.3.5 Para determinar la corriente eléctrica nominal del motor esta deberá ser tomada de la placa de datos del motor o en caso de no tenerla se obtendrá de las tablas 430-147, 430-148 y 430-150 incluyendo las notas complementarias de la NOM-001-SEDE-2005.

4.3.6. Los conductores del circuito derivado para suministrar energía eléctrica a un solo motor, deben tener capacidad de conducción de corriente no menor que 125% de la corriente eléctrica nominal. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten varios motores en combinación con otras cargas, no debe ser menor que la capacidad de corriente mínima marcada en el equipo de acuerdo con lo indicado en el Artículo 430- Sección 7 Subsección (d) de la NOM-001-SEDE-2005.



4.3.7. Cada motor de servicio continuo de más de 746 W (1 CP) debe protegerse contra sobrecarga por uno de los medios siguientes:

1) Un dispositivo separado de sobrecarga que sea sensible a la corriente eléctrica del motor. La corriente eléctrica nominal o de disparo de este dispositivo no debe ser mayor que los por cientos de la corriente de placa a plena carga del motor, como sigue:

- Motores con factor de servicio indicado no menor que 1,15	125%
- Motores con indicación de elevación de temperatura no mayor que 40 °C	125%
- Todos los demás motores	115%

2) Una protección térmica integrada al motor y aprobada para este uso con el motor que protege. La corriente eléctrica de disparo de la protección térmica del motor no debe exceder de los siguientes valores en por ciento sobre los valores de corriente eléctrica a plena carga de los motores que se indican en las Tablas 430-148 y 430-150:

- Motor a carga plena cuya corriente eléctrica sea menor 9 A	170%
- Motor a carga plena con corriente eléctrica de operación entre 9,1 A y 20 A	156%
- Motor a carga plena con corriente eléctrica de operación mayor que 20 A	140%

4.3.8 El cuerpo del motor debe de estar perfectamente aterrizado como se menciona en la Parte L, del Artículo 430 de la NOM-001-SEDE-2005, donde se especifican la puesta a tierra de las partes metálicas expuestas no conductoras de motores y de sus controladores para impedir una tensión eléctrica más elevada con respecto a tierra, en el caso de un contacto accidental entre las partes vivas y los armazones y/o gabinetes. El aislamiento eléctrico, separación o resguardos son alternativas adecuadas de la puesta a tierra de motores en ciertas condiciones.

4.3.9 Los centros de control de motores deben de contar con equipo de medición.

4.3.10 La instalación eléctrica de los equipos, que para su funcionamiento requieren de motores eléctricos, debe cumplir con lo establecido en la NOM-001-SEDE-2005, en el capítulo referente a motores.



#### 4.4 Artículos mínimos requeridos de la NOM-001-SEDE-2005

A continuación se presentan los Artículos que se consideran más importantes de la NOM-001-SEDE-2005, para complementar los diseños de esta especialidad.

##### A. Conductores para circuitos de motores.

- Un solo motor. (Artículo 430 Sección 22)
- Varios motores en combinación con otras cargas. (Artículo 430 Sección 25)
- Factor de demanda para el alimentador. (Artículo 430 Sección 26)
- Motores con capacitores. (Artículo 430 Sección 27)
- Derivaciones en los alimentadores. (Artículo 430 Sección 28)

##### Equipos de aire acondicionado y refrigeración.

- Alcance. (Artículo 440 Sección 1)
- Definiciones. (Artículo 440 Sección 2)
- Placa de datos de motocompresores herméticos y de refrigeración de equipos. (Artículo 440 Sección 4)
- Marcado en los controladores. (Artículo 440 Sección 5)
- Capacidad de conducción corriente y capacidad nominal. (Artículo 440 Sección 6)
- Motor de potencia nominal más grande. (Artículo 440 Sección 7)
- Máquina única. (Artículo 440 Sección 8)

##### B. Medios de desconexión

- Requisitos generales. (Artículo 440 Sección 11)
- Capacidad nominal y capacidad de interrupción. (Artículo 440 Sección 12)
- Equipos conectados con cordón. (Artículo 440 Sección 13)
- Ubicación (Artículo 440. Sección 14)



C. Protección de los circuitos derivados contra corto circuito y falla a tierra

- Requisitos generales. (Artículo 440 Sección 21)
- Aplicación y selección. (Artículo 440 Sección 22)

D. Conductores del circuito derivado.

- Requisitos generales. (Artículo 430 Sección 31)
- Una sola unidad sellada. (Artículo 430 Sección 32)
- Unidades selladas con cargas adicionales de motores o sin ellas. (Artículo 440 Sección 33)
- Carga combinada. (Artículo 440 Sección 34)
- Equipo de varios motores y de cargas combinadas. (Artículo 440 Sección 35)

E. Controles para motores de compresor

- Capacidad nominal. (Artículo 440 Sección 41)

F. Protección contra sobrecarga de motores de compresor y de los circuitos derivados.

- Requisitos generales. (Artículo 440 Sección 51)
- Aplicación y selección. (Artículo 440 Sección 52)
- Elementos térmicos de sobrecarga. (Artículo 440 Sección 53)
- Motor de compresor y equipos en circuitos derivados de 15 ó 20 A conectados por medio de cordón y clavija. (Artículo 440 Sección 54)
- Cordones de alimentación. (Artículo 440 Sección 64)



## 5. Equipos Eléctricos Diversos

### 5.1 Equipos de aire acondicionado y de refrigeración

#### 5.1.1 Definiciones

##### 5.1.1.1 Corriente eléctrica nominal

La corriente eléctrica nominal para un motor compresor hermético de refrigeración es la corriente resultante cuando está trabajando a la carga, tensión eléctrica y frecuencia nominales del equipo que acciona.

##### 5.1.1.2 Corriente eléctrica para selección del circuito derivado

Es el valor en ampere (A) que debe utilizarse para determinar el tamaño nominal de los conductores del circuito derivado del motor, medios de desconexión, controles y dispositivos de protección de corto circuito y de falla a tierra. El valor debe ser siempre igual o mayor que la corriente eléctrica nominal marcada en el equipo.

##### 5.1.1.3 Motor compresor hermético de refrigeración

Es una combinación consistente de un compresor y motor encerrados en la misma carcasa sin ejes o sellos de ejes y el motor opera dentro del medio refrigerante. (Artículo 440 Sección 2 de la NOM-001-SEDE-2005)

#### 5.1.2 Determinación de la capacidad de conducción de corriente

La capacidad de conducción de corriente requerida en los conductores y la capacidad nominal del equipo se determina como sigue:

##### a) Motocompresor hermético de refrigeración

La corriente eléctrica de carga nominal indicada en la placa de datos del equipo en el cual la unidad sellada se utiliza, es para determinar la capacidad de conducción de corriente o el valor de la corriente eléctrica de los medios de desconexión, de los conductores del circuito derivado, el controlador y las protecciones de corto circuito y de falla a tierra, así como la protección de sobrecarga del motor.

##### b) Equipo con varios motores

En el caso de equipos con varios motores que utilicen un motor para ventilador del tipo inducción de polos sombreados o de inducción de fase dividida con capacitores, se usa la corriente eléctrica de plena carga de dicho motor indicada en la placa de datos del equipo en el cual el motor para ventilador esté utilizado. (Artículo 440 Sección 6 Subsecciones (a) y (b) de la NOM-001-SEDE-2005)



### 5.1.3 Selección de conductores para circuitos derivados

Los conductores para los equipos indicados en estos incisos se seleccionan de las Tablas 310-16 a 310-19 o de acuerdo con lo indicado en el Artículo 310 Sección 15 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.1.3.1 Una sola unidad sellada

Los conductores de un circuito derivado que alimenten un solo motocompresor hermético de refrigeración deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que 125 % de la corriente eléctrica de carga nominal de la unidad sellada o de la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor. (Artículo 440 Sección 32 de la NOM-001-SEDE-2005)

#### 5.1.3.2 Unidades selladas con cargas adicionales de motores o sin ellas.

Los conductores que alimenten una o más unidades con cargas adicionales de motores o sin ellas, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la suma de los valores de la corriente eléctrica de carga nominal o de la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor, de todas las unidades selladas, más la corriente de plena carga de los otros motores y más un 25% del mayor valor nominal del motor o de la unidad sellada del grupo. (Artículo 440 Sección 33 de la NOM-001-SEDE-2005)

#### 5.1.3.3 Cargas combinadas

Los conductores que alimentan a una carga de motores compresores herméticos de refrigeración que sea adicional a una carga de alumbrado o aparatos eléctricos deben tener una capacidad de conducción de corriente suficiente para la carga a alumbrado o de artefactos más la requerida para la carga de las unidades selladas determinadas de acuerdo a los incisos anteriores. (Artículo 430 Sección 34 de la NOM-001-SEDE-2005)

#### 5.1.3.4 Equipos de varios motores y de cargas combinadas

La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten equipos de varios motores y de cargas combinadas no debe ser menor que la mínima capacidad de conducción de corriente del circuito marcada en el equipo. (Artículo 430 Sección 35 de la NOM-001-SEDE-2005)



#### 5.1.4 Cálculo de la capacidad nominal y capacidad de interrupción (medios de desconexión)

5.1.4.1 Un medio de desconexión que controla a una unidad sellada debe seleccionarse tal como se indica a continuación:

1) La capacidad de corriente nominal debe ser por lo menos 115% de la corriente eléctrica de carga nominal indicada en la placa de datos o de la corriente para la selección del circuito derivado, la que sea mayor.

2) Para determinar los kW o CP equivalentes deberán consultarse las Tablas 430-148 o 430-150 y las Tablas 430-151A o 430-151B de la NOM-001-SEDE-2005, según se indica en el Artículo 440 Sección 12 Subsección (a) de la NOM-001-SEDE-2005.

5.1.4.2 Cuando se utilice una o más unidades selladas juntas o en combinación con otros motores o cargas, el valor nominal de la carga combinada se determina como sigue:

1) El valor nominal en kW o CP de todos los medios de desconexión se determina a partir de la suma de todas las corrientes, incluyendo cargas de resistencias en la condición de carga nominal y también en la condición de rotor bloqueado.

2) La capacidad de corriente nominal de los medios de desconexión debe ser por lo menos 115% de la suma de todas las corrientes en la condición de carga nominal, determinadas de acuerdo con lo indicado en el inciso anterior.

Para más detalles, consultar el Artículo 440 Sección 12 Subsección (b) de la NOM-001-SEDE-2005.

5.1.4.3 Los medios de desconexión deben ser visibles y fácilmente accesibles desde el aparato eléctrico de aire acondicionado o equipo de refrigeración. Pueden instalarse sobre o dentro del equipo de aire acondicionado o de refrigeración.

Los medios de desconexión, no deben instalarse en los paneles diseñados para permitir el acceso a los equipos de aire acondicionado o refrigeración.

Cuando se utiliza un receptáculo o clavija como medio de desconexión, su ubicación debe ser accesible pero no se requiere que sea fácilmente accesible.

Los medios de desconexión deben tener capacidad para interrumpir la corriente de arranque de los compresores y demás motores (corriente a rotor bloqueado de la carga combinada). (Artículo 440 Sección 14 de la NOM-001-SEDE-2005)



### 5.1.5 Protección de los circuitos derivados contra corto circuito y falla a tierra.

5.1.5.1 Los dispositivos de protección contra corto circuito y falla a tierra del circuito derivado para los motocompresores herméticos de refrigeración deben ser capaces de transportar la corriente eléctrica de arranque del motor. Se considera que se ha obtenido la protección adecuada cuando este dispositivo tiene un valor nominal o de ajuste que no exceda 175% de la corriente eléctrica para selección del circuito derivado, cualquiera que sea mayor.

El valor nominal del dispositivo de protección contra corto circuito y falla a tierra del circuito derivado no debe ser menor de 15 A, según se indica en el Artículo 440 Sección 22 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.1.5.2 Cuando se tiene más de una unidad sellada o un motocompresor hermético y otros motores u otras cargas, el equipo de protección contra corto circuito y falla a tierra debe cumplir con lo especificado en el Artículo 440 Sección 22 Subsección (b) de la NOM-001-SEDE-2005.

### 5.1.6 Protección contra sobrecarga de los motocompresores y de los circuitos derivados.

#### 5.1.6.1 Definición

Una sobrecarga de un aparato accionado eléctricamente es una sobrecorriente de funcionamiento, la cual, si es mantenida por un periodo suficientemente largo, puede provocar daños o sobrecalentamientos peligrosos. No incluye corto circuito o falla a tierra. (Artículo 440 Sección 51 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.1.6.2 Cada motocompresor debe estar protegido contra sobrecargas y fallas en el arranque por uno de los medios indicados en el Artículo 440 Sección 52 Subsección (a) de la NOM-001-SEDE-2005.

5.1.6.3 El controlador del motocompresor, los medios de desconexión y los conductores del circuito derivado deben estar protegidos contra sobrecorriente debida a sobrecargas en el motor y fallas en el arranque, por uno de los medios descritos en el Artículo 440 Sección 52 Subsección (b) de la NOM-001-SEDE-2005.



5.2 Teatros, áreas de audiencia en cines y estudios de televisión y lugares similares.

### 5.2.1 Definiciones

#### 5.2.1.1 Agrupados

Cables o conductores ubicados uno al lado de otro, pero no en contacto continuo entre ellos.

#### 5.2.1.2 Atado

Cables o conductores que están físicamente enlazados, enrollados, encintados o de otra manera atados juntos periódicamente.

#### 5.2.1.3 Batería de lámparas

Un conjunto de lámparas con arreglo en línea

#### 5.2.1.4 Batería de lámparas suspendida

Es una batería de lámparas instalada permanentemente arriba del escenario

#### 5.2.1.5 Batería de receptáculos

Un ducto metálico que contiene receptáculos empotrados o colgantes.

#### 5.2.1.6 Caja colgante de receptáculos

Una caja que contiene receptáculos colgantes o empotrados sujetos a un cable multiconductor o a un conductor múltiple.

#### 5.2.1.7 Candileja

Es una batería de lámparas montadas al nivel del piso a lo largo del frente del escenario.

#### 5.2.1.8 Derivador doble

Un cable adaptador que contiene una clavija y dos receptáculos usado para conectar dos cargas a un circuito derivado.

#### 5.2.1.9 Equipo portátil

Equipo alimentado con cordones o cables portátiles destinado a ser movido de un lugar a otro.



#### 5.2.1.10 Lámpara de pedestal (luz de trabajo)

Un pedestal portátil que contiene un luminario de propósito general o una lámpara de mano con guarda con el propósito de proveer iluminación general en el escenario o en el auditorio.

#### 5.2.1.11 Proscenio

La pared y el arco que separan el escenario del auditorio

#### 5.2.1.12 Unidad de distribución de potencia portátil

Una caja de distribución de potencia que contiene receptáculos y dispositivos de protección contra sobrecorriente. (Artículo 520 Sección 2 de la NOM-001-SEDE-2005)

### 5.2.2 Métodos de alambrado

5.2.2.1 Los métodos fijos de alambrado deben ser en canalizaciones metálicas o en canalizaciones no metálicas embebidas en concreto con un espesor no menor que 50 mm, empleando conductores con aislamiento resistente a la propagación de incendios, de baja emisión de gas ácido halogenado y de baja emisión de humas o con cables tipo MC o MI.

Los conductores clasificados como LS cumplen con las características de resistencia a la propagación de incendio, de baja emisión de gas halogenado y de baja emisión de humos. (Artículo 520 Sección 5 Subsección (a) de la NOM-001-SEDE-2005)

5.2.2.2 Se permite el uso de cables y cordones flexibles para la conexión y uso de equipos portátiles, evitando sujetar esos cables o cordones mediante grapas o clavos sin aislamiento, según lo indica el Artículo 520 Sección 5 Subsección (b) de la NOM-001-SEDE-2005.

5.2.2.3 El número de conductores dentro de un tubo conduit metálico o no metálico deberá estar de acuerdo con la Tabla 1 del Capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.2.2.4 Las partes vivas deben encerrarse o protegerse para evitar el contacto accidental por personas u objetos. Todos los desconectores deben ser del tipo externamente operable. Los atenuadores, incluyendo reóstatos, deben ser colocados en envolventes que encierren todas las partes vivas. (Artículo 520 Sección 7 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.2.2.5 Se deben considerar circuitos derivados independientes para los sistemas de alumbrado y receptáculos.



### 5.2.3 Tableros de control y distribución fijos en escenarios

5.2.3.1 Los tableros de distribución para escenarios deben ser del tipo de frente muerto según lo establece el Artículo 520 Sección 21 de la NOM-001-SEDE-2005 y deberán cumplir con la Parte D del Artículo 384 de la misma Norma.

5.2.3.2 Los tableros de control y distribución de iluminación del escenario, así como los atenuadores para el control de la iluminación deberán contar con los medios de protección contra sobrecorriente correspondiente.

5.2.3.3 Los tableros de control y distribución de escenario pueden ser cualquiera de los descritos en el Artículo 520 Sección 26 de la NOM-001-SEDE-2005

5.2.3.4 Los alimentadores al tablero de control y distribución deben estar protegidos con un dispositivo contra sobrecorriente con un valor nominal no mayor que la capacidad de conducción de corriente del alimentador, como se indica en el Artículo 520 Sección 27 Subsección (c) (1) de la NOM-001-SEDE-2005.

5.2.3.5 La apertura del dispositivo contra sobrecorriente no debe afectar la operación apropiada de las salidas o de los sistemas de iluminación de emergencia. (Artículo 520 Sección 27 Subsección (c) (2) de la NOM-001-SEDE-2005)

### 5.2.4 Equipo fijo para escenarios

5.2.4.1 Los circuitos derivados que alimenten candilejas, batería de lámparas suspendida y luces laterales del proscenio no deben exceder una carga de 20 A, según lo indica el Artículo 520 Sección 41 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.2.4.2 Las candilejas, batería de lámparas suspendidas, baterías de lámparas y baterías de receptáculos, deben alambrarse con conductores que tengan un aislamiento adecuado a la temperatura a la cual los conductores van a ser operados, pero no menor que 125 °C. Para mayores detalles, consultar el Artículo 520 Sección 42 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.2.4.3 La construcción y conexión de candilejas deberá cumplir con el Artículo 520 Sección 43 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.2.4.4 La batería de lámparas suspendidas y luces laterales del proscenio deben:

- 1) Estar construidas como se especifica en el Artículo 520 Sección 43
- 2) Estar soportadas y colocadas adecuadamente, y
- 3) Estar diseñadas de manera que las pestañas de los reflectores y otras guardas adecuadas, protejan a las lámparas de daño mecánico y de contacto accidental con el escenario u otros materiales combustibles. (Artículo 520 Sección 44 de la NOM-001-SEDE-2005)



5.2.4.5 Los cordones y cables para alimentar la batería de lámparas suspendidas deben estar aprobados para uso extra rudo, deben soportarse adecuadamente y deberán emplearse únicamente cuando sean necesarios conductores flexibles, según la indica el Artículo 520 Sección 44 Subsección (b) de la NOM-001-SEDE-2005 y cumplir con la capacidad de conducción de corriente indicada en el Artículo 400 Sección 5.

5.2.4.6 Para los cordones y cables que no están en contacto con equipos que produzcan calor, pueden tener la capacidad de conducción de corriente determinada por la Tabla 520-44 de la NOM-001-SEDE-2005.

### 5.2.5 Tableros de control y distribución portátiles en el escenario

5.2.5.1 Las salidas de alimentación para los tableros de control y distribución portátiles deben incluir desconectores de fusibles o interruptores automáticos en envoltentes de accionamiento externo montados en el escenario, o en el tablero de control y distribución permanente en lugares de fácil acceso desde el piso del escenario, según se indica en el Artículo 520 Sección 51 de la NOM-001-SEDE-2005

5.2.5.2 Los tableros de control y distribución portátiles y alimentadores para uso en escenarios deben cumplir con lo establecido en el Artículo 520 Sección 53 de la NOM-001-SEDE-2005.

### 5.2.6 Equipos portátiles del escenario

5.2.6.1 Los soportes tipo brazo utilizados sobre el escenario deben alambrarse internamente. Se permite el alambrado externo con cordones diseñados para uso extra rudo, sin empalmes, según lo indica el Artículo 520 Sección 63 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.2.6.2 Los conductores flexibles, incluyendo las extensiones, utilizados para alimentar equipo portátil del escenario deben ser cordones o cables aprobados para uso extra rudo. (Artículo 520 Sección 68 Subsección (a) (1) de la NOM-001-SEDE-2005)

5.2.6.3 La capacidad de conducción de corriente de los conductores debe ser la que se especifica en el Artículo 400 Sección 5, excepto para cordones portátiles para uso extra rudo, cuya capacidad se determina de acuerdo a la Tabla 520-44.

### 5.2.7 Puesta a tierra

5.2.7.1 Todas las canalizaciones metálicas y las cubiertas metálicas de cables deben estar puestas a tierra. Las estructuras y envoltentes metálicas de todos los equipos, incluyendo las baterías de lámparas suspendidas y luminarios portátiles, deben estar puestas a tierra. La puesta a tierra debe hacerse conforme con lo indicado en el Artículo 250. (Artículo 520 Sección 81 de la NOM-001-SEDE-2005)



## 5.3 Estudios de cine, televisión y lugares similares

### 5.3.1 Definiciones

#### 5.3.1.1 Araña (bloque de empalme de cables)

Dispositivo que contiene barras colectoras que están aisladas una de otra, con el propósito de empalmar o distribuir energía a cables portátiles y cordones que tienen terminales con conectores monopoles para barras colectoras.

#### 5.3.1.2 Caja de receptáculos

Un dispositivo de c.c. que consiste en uno o más receptáculos de dos polos, dos hilos, no polarizados ni con dispositivo de puesta a tierra, diseñados para usarse en circuitos de c.c. exclusivamente.

#### 5.3.1.3 Conector separable monopolar

Un dispositivo que es instalado al final de cables portátiles, flexibles y monoconductores que es utilizado para establecer la conexión o desconexión entre dos cables o un cable y un conector separable, monopolar y montado en tablero.

#### 5.3.1.4 Efectos de escenario (efectos especiales)

Una pieza eléctrica o electromecánica de equipo utilizada para simular un efecto visual o auditivo, tales como máquinas de viento, simuladores de rayos o destellos, proyectores de sol y similares.

#### 5.3.1.5 Equipo portátil

Equipo diseñado para poder moverse de un lugar a otro.

#### 5.3.1.6 Escenario (set)

Un área específica constituida de escenografía temporal y utilería, diseñada y arreglada para una escena particular en una producción cinematográfica o de televisión.

#### 5.3.1.7 Estudio de televisión o escenario cinematográfico (Estudio de sonido)

Edificio o parte de un edificio usualmente aislado de ruidos externos y de la luz natural, utilizado por la industria del entretenimiento con el propósito de producir películas, programas de televisión o comerciales.



#### 5.3.1.8 Estudio cinematográfico

Un edificio o grupo de edificios y otras estructuras diseñadas, construidas o permanentemente modificadas para ser utilizadas por la industria del entretenimiento con el propósito de producir películas o programas de televisión.

#### 5.3.1.9 Interruptor de extensiones

Un desconectador de seguridad montado en pared y que se puede operar externamente, el cual puede o no contener protección contra sobrecorriente, y que es diseñado para la conexión de cables y cordones portátiles.

#### 5.3.1.10 Lámpara de pedestal (luz de trabajo)

Un pedestal portátil que contiene un luminario de propósito general o un portalámpara con guarda, con el propósito de proveer iluminación general en el estudio o escenario.

#### 5.3.1.11 Locación

Un lugar fuera de un estudio cinematográfico donde se filma o graba una producción o parte de ella.

#### 5.3.1.12 Tablero de distribución de c.a. (Caja de conexiones de c.a., caja de receptáculos)

Un centro distribuidor de c.a., que contiene uno o más receptáculos polarizados puestos a tierra, que puede incluir dispositivos de protección contra sobrecorriente.

#### 5.3.1.13 Tablero de locación

Equipo portátil que contiene un contactor de alumbrado o contactores con protección contra sobrecorriente, diseñado para el control remoto del alumbrado del escenario.

#### 5.3.1.14 Utilería de escenario

Artículo u objeto utilizado como un elemento visual en una producción de cine o televisión, a excepción de escenografías pintadas y vestuario.

### 5.3.2 Escenario o escenario (set)

#### 5.3.2.1 Para instalaciones de alambado permanente se debe utilizar cable tipo MC, MI o canalizaciones aprobadas.

Para los circuitos de comunicación, de procesamiento, amplificación y reproducción se señalan de audio, de control remoto Clase 1, Clase 2 y Clase 3, o circuitos de señalización y circuitos de alarma contra incendio, se deberán consultar los Artículos 640, 725, 760 y 800 de la NOM-001-SEDE-2005.



5.3.2.2 El alambrado para alumbrado del escenario, efectos de escenario y equipo eléctrico utilizado como utilería del escenario, y otros alambrados no fijos, como en locaciones, debe estar hecho con cables y cordones flexibles aprobados para uso rudo. Cuando esté expuesto a daño físico, este alambrado debe ser con cordones y cables flexibles aprobados para uso extra rudo, según se indica en el Artículo 530 Sección 12 Subsección (a) de la NOM-001-SEDE-2005.

5.3.2.3 Los desconectores utilizados para el alumbrado del escenario y efectos en el escenario deben ser del tipo de operación externa. Para más detalles, consultar el Artículo 530 Sección 13 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.3.2.4 Todas las cajas de receptáculos de c.c. deben tener una capacidad nominal de conducción de corriente no menor que 30 A. (Artículo 530 Sección 14 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.3.2.5 Protecciones y guardas de partes vivas

a) Partes vivas. Las partes vivas deben estar encerradas o resguardadas para evitar cualquier contacto accidental con personas y objetos.

b) Desconectores. Todos los desconectores deben ser tipo de operación externa.

c) Reóstatos. Los reóstatos deben colocarse en gabinetes o marcos que encierren todas las partes vivas, teniendo expuestas solamente las manijas de operación.

d) Partes portadoras de corriente. Las partes portadoras de corriente de desconectores de extensiones, tableros de locación, arañas y cajas de receptáculos deben estar encerradas, resguardadas, o localizadas de forma que las personas no puedan accidentalmente entrar en contacto con ellas o llevar materiales conductores que entren en contacto con ellas. (Artículo 530 Sección 15 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.3.2.6 Los dispositivos de protección contra sobrecorriente automáticos (interruptores automáticos o fusibles) para la iluminación de un escenario de un estudio cinematográfico y sus respectivos cables de alimentación deben cumplir con las Subsecciones (a) hasta (g) del Artículo 530 Sección 18 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.3.2.7 Selección del tamaño nominal de los alimentadores para estudios de televisión.

Se permite aplicar los factores de demanda incluidos en la Tabla 530-19 (a) de la NOM-001-SEDE-2005 a la parte de la máxima carga posible conectada para el alumbrado del estudio o del escenario, para todos los alimentadores permanentemente instalados entre las subestaciones y los escenarios, y todos los alimentadores permanentemente instalados entre el tablero de distribución del escenario y los centros de carga del escenario o de los tableros de locación.

5.3.2.8 Los cables tipo MC, MI, las canalizaciones metálicas y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los aparatos, dispositivos y equipo, deben estar puestos a tierra como se especifica en el Artículo 250 de la NOM-001-SEDE-2005.



5.3.2.9 Se permite que un circuito derivado de cualquier tamaño que alimente a uno o más receptáculos, alimente cargas de alumbrado del escenario (set). (Artículo 530 Sección 31 de la NOM-001-SEDE-2005)

### 5.3.3 Bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa

#### 5.3.3.1 Lámparas en bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa

Estas lámparas en bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa deben instalarse en luminarios rígidos del tipo encerradas en vidrio y con empaques. Las lámparas deben controlarse mediante un desconectador que tenga un polo en cada conductor de fase. Este desconectador debe localizarse fuera de la bóveda, y estar provisto con una lámpara piloto que indique si el desconectador está conectado o desconectado. Este desconectador debe desconectar cualquier fuente de alimentación a todos los conductores de fase que terminan en cualquier salida dentro de la bóveda. (Artículo 530 Sección 51 de la NOM-001-SEDE-2005)

#### 5.3.3.2 Equipo eléctrico en las bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa.

Ningún receptáculo, salida, calentadores, luces portátiles o cualquier otro equipo portátil, debe estar ubicado dentro de las bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa, excepto para el inciso anterior, según lo indica el Artículo 530 Sección 52 de la NOM-001-SEDE-2005.

### 5.3.4 Subestaciones

#### 5.3.4.1 El alambrado y equipo de más de 600 V nominales, deben cumplir con el Artículo 710 de la NOM-001-SEDE-2205.

5.3.4.2 Para las subestaciones portátiles los equipos deben estar instalados de modo que los operarios puedan trabajar con seguridad y que cualquier persona que esté en la cercanía no pueda entrar en contacto accidental con partes portadoras de corriente ni poner objetos conductores en contacto con los mismos mientras están energizadas, según se indica en el Artículo 530 Sección 62 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.3.4.3 Cuando se usen receptáculos como medio de conexión de equipo, deben cumplir las condiciones establecidas en el Artículo 530 Sección 73 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.3.5 Proyectores de cine

Para mayores detalles acerca del alambrado, uso y localización del equipo asociado a estos equipos, consultar el Artículo 540 de la NOM-001-SEDE-2005.



5.4 Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, escaleras y elevadores para silla de ruedas.

#### 5.4.1 Definiciones

##### 5.4.1.1 Controlador del motor

Las unidades de operación de un sistema de control lo integra un dispositivo de arranque (arrancador) y un equipo de conversión de energía usados para poner en funcionamiento un motor eléctrico o una bomba para un sistema hidráulico.

##### 5.4.1.2 Control de movimiento

El dispositivo eléctrico que como parte del sistema de control regula la aceleración, velocidad, retardo y paro del movimiento.

##### 5.4.1.3 Control de operación

El dispositivo eléctrico que como parte del sistema de control, inicia el arranque, paro y dirección del movimiento, en respuesta a una señal del dispositivo de operación.

##### 5.4.1.4 Dispositivo de operación

El dispositivo de operación está integrado por el desconectador de la cabina, botones, pulsadores, desconectadores de llave o palanca, y otros elementos eléctricos usados para activar el control de operación.

##### 5.4.1.5 Equipo de señalización

Incluye equipo tanto audible como visual como son: campanas, timbres, luces y presentaciones visuales conteniendo información para el usuario.

##### 5.4.1.6 Sistema de control

El sistema de control regula al arranque, paro, dirección de movimiento, aceleración, velocidad y retardo del movimiento.

5.4.2 La tensión eléctrica de suministro no debe exceder de 400 V entre conductores. Los circuitos derivados para los controles de operación y motor de la puerta, así como los circuitos derivados y alimentadores de los controles del motor, motores y frenos de la máquina, no deberán emplear una tensión eléctrica que exceda 600 V, según se indica en el Artículo 620 Sección 3 de la NOM-001-SEDE-2005.



5.4.3 Todas las partes vivas de aparatos eléctricos, en los cubos de elevadores, dentro o sobre la cabina del mismo, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles y área de máquinas, para elevadores y escaleras y para sillas de ruedas, deben estar encerrados a fin de evitar contactos accidentales. (Artículo 620 Sección 4 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.4.4 Deben preverse espacios de trabajo junto a los controladores eléctricos, medios de desconexión y otro equipo eléctrico, según lo especificado en los Artículos 110 Sección 16 y Artículo 620 Sección 5 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.4.5 Selección de los conductores

5.4.5.1 El aislamiento de los conductores instalados en conexión con elevadores, montaplatos, escaleras mecánicas o pasillos móviles debe cumplir con lo siguiente:

a) Instalación del dispositivo de bloqueo de la puerta del elevador. Los conductores para bloqueo de la puerta del elevador desde el mecanismo de elevación, deben ser resistentes a la propagación de la flama y en caso de contar con puertas a prueba de fuego, deben ser adecuados para una temperatura no menor que 200 °C. Los conductores deben ser de tipo SF o equivalente.

b) Cables viajeros. Los cables viajeros utilizados como conexiones flexibles entre la cabina del elevador o montacargas o contrapeso y la canalización, deben ser cables para elevadores de los tipos indicados en la Tabla 400-4, o de un tipo aprobado.

c) Otros alambrados. Todos los conductores colocados en las canalizaciones y dentro o sobre las cabinas de elevadores en los fosos de escaleras eléctricas y pasillos móviles, y en sus cuartos de máquinas (cuando existan), deben tener un aislamiento resistente a la propagación de la flama y resistente a la humedad.

Los conductores deben ser tipo MTW, TF, TFF, TFN, TFFN, THHN, THW, THWN, TW, XHHW, AWN, THW-LS, THHW-LS, XHHW-LS, o cualquier otro conductor con aislamiento diseñado como resistente a la propagación de la flama. Los conductores con pantalla se permiten siempre que estén aislados para la tensión eléctrica máxima que se encuentre dentro del cable o sistema de canalización.

d) Aislamiento. Todos los conductores deben tener un nivel de aislamiento por lo menos igual que la capacidad máxima nominal de la tensión eléctrica del circuito de cualquier conductor dentro de la cubierta, cable o canalización. El aislamiento o cubierta exterior debe estar aprobado y designado con el sufijo "LS". (Artículo 620 Sección 11 de la NOM-001-SEDE-2005)

#### 5.4.5.2 Tamaño nominal mínimo de los conductores

El tamaño nominal mínimo de los conductores utilizados para el alambrado de elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles y otros conductores que no formen parte integral del equipo de control, debe ser como sigue:



a) Cables viajeros

1) Circuitos de alambrado: Se permite utilizar conductores de tamaño  $1,31 \text{ mm}^2$  (16 AWG) y  $0,519 \text{ mm}^2$  (20 AWG) o mayores en paralelo, siempre que proporcionen una sección con capacidad de conducción de corriente que sea equivalente como mínimo a la de tamaño nominal de  $2,08 \text{ mm}^2$  (14 AWG) de cobre.

2) Para otros circuitos: Se permite utilizar conductores de tamaño  $0,519 \text{ mm}^2$  (20 AWG)

b) Otros alambrados. Se permite el uso de cables de cobre aprobados de tamaño más pequeño de  $0,205 \text{ mm}^2$  (24 AWG)

5.4.5.3 Los conductores de los circuitos de alimentación y derivados, deben tener una capacidad de conducción de corriente de acuerdo con lo indicado en los párrafos (a), (b) y (c) que siguen. Para el control de campo del generador, la capacidad de conducción de corriente debe basarse en la corriente eléctrica nominal de la placa de datos del motor del grupo motor-generador que suministra la energía al motor del elevador.

a) Conductores que alimenten a un solo motor. Los conductores que alimenten a un solo motor deben tener una capacidad de conducción de corriente de acuerdo con lo indicado en el Artículo 430 Sección 22, y en la Tabla 430-22(b) de la NOM-001-SEDE-2005.

b) Conductores que alimenten a un solo controlador. Los conductores que alimenten a un solo controlador deberán tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la capacidad indicada en la placa de datos del controlador, más la suma de otras cargas conectadas.

c) Conductores que alimenten a un solo transformador. Los conductores que alimenten a un solo transformador deberán tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la corriente eléctrica de placa de transformador, más otras cargas conectadas.

d) Conductores que alimenten a más de un motor, controlador o transformador. Los conductores que alimenten a más de un motor, controlador o transformador, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la suma de las corrientes eléctricas de placa del equipo más otras cargas conectadas. La capacidad de corriente eléctrica de motores para usarse en la suma, debe determinarse de acuerdo con lo indicado en la Tabla 430-22 (b), en la Sección 430-24 y en la Excepción 1 de ésta. (Artículo 620 Sección 13 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.4.5.4 Factor de demanda del alimentador

Se permite instalar conductores para el alimentador de menor capacidad de conducción de corriente que la requerida en el inciso b) anterior, sujeto a los requisitos establecidos en la Tabla 620-14.



TABLA 620-14. Factores de demanda del alimentador para elevadores

Número de elevadores en un solo alimentador	Factor de demanda
1	1,00
2	0,95
3	0,90
4	0,85
5	0,82
6	0,79
7	0,77
8	0,75
9	0,73
10 o más	0,72

El factor de demanda está basado en la mitad de un ciclo de trabajo.

5.4.5.5 Capacidad nominal del controlador. La capacidad nominal del controlador debe cumplir con lo requerido en el Artículo 430 Sección 83. Se permite que la capacidad nominal del controlador sea menor que la capacidad de motor del elevador cuando el propio controlador limite la energía disponible para el motor y el mismo esté aprobado y marcado para energía limitada. Para el marcado de los controladores véase el Artículo 430 Sección 8. (Artículo 620 Sección 15 de la NOM-001-SEDE-2005)

#### 5.4.6 Instalación eléctrica

5.4.6.1 Los conductores y cables de fibra óptica localizados en los cubos, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores y elevadores para silla de ruedas, área de máquinas, dentro o encima de la cabina, cuartos de control (excepto los cables móviles conectados a la cabina o contrapeso y alambrado de cubos), deben instalarse en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o ligero, no metálico tipo pesado, canalizaciones, o cables del tipo MC, MI o AC, a menos que se permita otra cosa en los incisos a) hasta c) del Artículo 620 Sección 21 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.4.6.2 Se debe instalar un circuito derivado independiente para alimentar exclusivamente al alumbrado, receptáculos, luces auxiliares y ventilación de la cabina del elevador. (Artículo 620 Sección 22 Subsección (a) de la NOM-001-SEDE-2005)

5.4.6.3 Se debe instalar un circuito independiente exclusivo para alimentar al aire acondicionado y a la calefacción de la cabina el elevador. (Artículo 620 Sección 22 Subsección (b) de la NOM-001-SEDE-2005)

5.4.6.4 Para la instalación de circuitos derivados de alumbrado y receptáculos para el cuarto de máquinas y en el cubo del elevador, se deberán consultar el Artículo 620 Secciones 23 y 24 de la NOM-001-SEDE-2005.



#### 5.4.7 Instalación de conductores

5.4.7.1 Para ductos metálicos la suma del área de la sección transversal de los conductores incluyendo su aislamiento, no debe ser mayor que 50% del área transversal interior del conducto, según se indica en el Artículo 620 Sección 32 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.4.7.2 Para canalizaciones, la suma de las áreas de la sección transversal de los conductores incluyendo su aislamiento no debe ser mayor que 40% del área transversal interior de la canalización, según se indica en el Artículo 620 Sección 33 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.4.7.3 Los soportes para cables o canalizaciones deben sujetarse firmemente al riel guía o a la estructura o armazón de la construcción, según se indica en el Artículo 620 Sección 34 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.4.7.4 Alambrado en elevadores y cuartos de máquinas

a) Usos permitidos. Solamente se permiten alambrado eléctrico y canalizaciones directamente en la conexión de la cabina del elevador o montacargas, incluyendo el alambrado para señalización, comunicación en la cabina, alumbrado, calefacción, aire acondicionado y ventilación de la cabina, sistemas de detección de humos, dentro del cubo del elevador y del cuarto de máquinas.

b) Protección contra descargas atmosféricas. Se permiten conductores del sistema de puesta a tierra acoplados a los rieles del elevador para protección contra descargas atmosféricas. Los conductores de la bajada al sistema de puesta a tierra para protección contra descargas atmosféricas, no deberán estar localizados dentro del cubo. No se permite que los rieles del elevador u otro equipo del cubo se utilicen como conductores de bajada de puesta a tierra para el sistema de protección contra descargas atmosféricas.

c) Alimentadores principales. Los conductores del alimentador principal para suministrar energía al elevador y al montacargas, deben instalarse fuera del cubo, excepto por lo permitido en los siguientes incisos:

1) Bajo condiciones especiales se permite que los conductores del alimentador del elevador estén dentro del cubo existente, si estos conductores no están unidos dentro del mismo.

2) Se permite que los conductores del alimentador se ubiquen dentro del cubo del elevador para equipo con motor de la máquina localizado en el cubo, en la cabina o en el contrapeso. (Artículo 620 Sección 37 de la NOM-001-SEDE-2005)



#### 5.4.8 Cables viajeros

5.4.8.1 Los cables viajeros se suspenden de la cabina y del extremo superior del cubo o en el contrapeso donde sea posible, para reducir al mínimo el esfuerzo aplicado a los conductores individuales de cobre. Los cables viajeros deben soportarse por uno de los siguientes medios:

- 1) Por sus propios miembros estructurales de acero
- 2) Por medio de vueltas del cable alrededor de los soportes para longitudes no soportadas de menos de 30 m.
- 3) Suspendiéndolos con soportes que automáticamente se aprieten alrededor del cable, cuando la tensión mecánica se aumenta para longitudes no soportadas hasta de 60 m.

NOTA: La longitud no soportada del medio de suspensión existente en el cubo del elevador es la longitud del cable medida desde un punto de suspensión en el cubo del elevador hasta la parte inferior de la coca, cuando la cabina está ubicada en su punto inferior de parada. La longitud no soportada del medio de suspensión de la cabina es la longitud del cable medida desde el punto de suspensión en la cabina hasta la parte inferior de la coca, cuando la cabina está ubicada hasta su punto superior de parada. (Artículo 620 Sección 41 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.4.8.2 Los soportes de los cables viajeros se deben colocar de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños, debido a contactos de los cables con la construcción o equipo que esté en el interior del cubo del elevador. Cuando sea necesario se deben suministrar guardas adecuadas para proteger los cables contra daño. (Artículo 620 Sección 43 de la NOM-001-SEDE-2005)

#### 5.4.9 Medios de desconexión y control.

5.4.9.1 Se debe proveer un medio individual para desconectar todos los conductores de fuerza no puestos a tierra para cada unidad y estar diseñado de tal forma que ningún polo pueda operarse independientemente.

- a) El medio de desconexión debe ser un interruptor automático o desconector con fusibles encerrado que pueda ser operado externamente y que pueda bloquearse en la posición de abierto.
- b) No deben poder abrirse o cerrarse estos medios de desconexión de ninguna otra parte de la instalación. El medio de desconexión no debe ser de cierre automático.
- c) Los medios de desconexión deben ubicarse en un sitio fácilmente accesible a personal calificado. (Para más detalles sobre sitios calificados, deberá consultarse el Artículo 620 Sección 51 Subsección (c) de la NOM-001-SEDE-2005)



d) Cuando haya más de una máquina de accionamiento en un cuarto de máquinas, los medios de desconexión deben estar numerados para que correspondan al número de identificación de cada máquina de accionamiento.

5.4.9.2 Para más detalles de los medios de desconexión del alumbrado, receptáculos, ventilación, calefacción y aire acondicionado, deberán consultarse el Artículo 620 Secciones 53 y 54 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.4.10 Protección contra sobrecorriente

5.4.10.1 Los dispositivos de operación, control y circuitos de señalización deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en el Artículo 725 Secciones 23 y 24 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.4.10.2 Protección de motores contra sobrecarga

1) Los motores que accionan elevadores, montacargas y los de los grupos motor-generator utilizados con control de campo del generador, deben estar aprobados para servicio intermitente. Los motores deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en el Artículo 430 Sección 33.

2) Los motores que accionan máquinas de las escaleras eléctricas y de pasillos móviles deben estar aprobados para servicio continuo. Los motores deben estar protegidos contra sobrecargas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 430 Sección 32.

3) Los motores que accionan las máquinas de las escaleras eléctricas y de pasillos móviles y los motores de accionamiento de los grupos motor-generator, deben protegerse contra sobrecargas como se indica en la Tabla 430-37.

4) Los motores que accionan los elevadores para sillas de ruedas deben estar aprobados para servicio intermitente. Los motores deben protegerse contra sobrecarga de acuerdo con lo indicado en el Artículo 430 Sección 33. (Artículo 620 Sección 61 Subsección (b) de la NOM-001-SEDE-2005)

5.4.10.3 La protección del alimentador del motor contra cortocircuito y falla a tierra deben ser como se requiere en el Artículo 430 Parte E (Artículo 620 Sección 61 Subsección (c) de la NOM-001-SEDE-2005)

5.4.10.4 La protección del circuito derivado del motor contra cortocircuito y falla a tierra deben ser como se requiere en el Artículo 430 Parte D (Artículo 620 Sección 61 Subsección (d) de la NOM-001-SEDE-2005)



#### 5.4.11 Cuarto de máquinas

5.4.11.1 Las máquinas que accionen elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, grupos motor-generator, controladores de motores y medios de desconexión, se deben instalar en un cuarto o área cerrada exclusiva para este uso, con excepción de lo permitido en las Subsecciones (a) y (b) del Artículo 620 Sección 71 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.4.12 Puesta a tierra

5.4.12.1 Las canalizaciones metálicas, los cables tipo MC, MI o AC, fijos a las cabinas de elevadores, deben estar unidos a las partes metálicas puestas a tierra de la cabina con las que hagan contacto. (Artículo 620 Sección 81 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.4.12.2 En los elevadores eléctricos los armazones de todos los motores, máquinas elevadoras, controladores y envolventes metálicas de todos los equipos dispositivos eléctricos por dentro o por fuera de la cabina o en el cubo del elevador, deben estar puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250. (Artículo 620 Sección 82 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.4.12.3 Las escaleras móviles, pasillos móviles y elevadores de sillas de ruedas deben cumplir con el Artículo 250 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.4.13 Sistema de energía en emergencia y de reserva.

5.4.13.1 Se permite que un elevador se alimente de un sistema de energía de emergencia o de reserva. Los medios de desconexión requeridos deben desconectar al elevador tanto del sistema de energía de emergencia o de reserva, como del sistema de energía normal, según se indica en el Artículo 620 Sección 91 de la NOM-001-SEDE-2005.



## 5.5 Máquinas de soldar eléctricas

### 5.5.1 Máquinas de soldar de arco tipo transformador y de rectificador de c.c.

5.5.1.1 La capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada debe ser como sigue:

a) Máquinas de soldar individuales. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada no debe ser menor que el valor resultante de multiplicar el valor de la corriente eléctrica (A), dado en la placa de datos de la máquina de soldar, por el siguiente factor, basado en el ciclo de trabajo de la máquina de soldar.

Ciclo de trabajo									
Por ciento	100	90	80	70	60	50	40	30	20 o menos
Factor	1,00	0,95	0,89	0,84	0,78	0,71	0,63	0,55	0,45

Para máquinas de soldar que tengan un tiempo determinado de operación de una hora, el factor de multiplicación debe ser 0,75.

b) Grupo de máquinas de soldar. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimentan a un grupo de máquinas de soldar se permite que sea menor que la suma de las corrientes eléctricas, como se determinó en el inciso a)

Para más detalles consultar el Artículo 630 Sección 11 de la NOM-001-SEDE-2005.

### 5.5.1.2 Protección contra sobrecorriente

a) Para máquinas de soldar. Cada máquina de soldar debe tener protección contra sobrecorriente nominal o ajustable que no sea mayor que 200% de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.

b) Para conductores. Los conductores que alimenten a una o más máquinas de soldar deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal ajustable a no más de 200 % de la capacidad de conducción de corriente del conductor, según se indica en el Artículo 630 Sección 12 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.5.1.3 Debe suministrarse un medio de desconexión en el circuito de alimentación de cada máquina que no esté equipada con un desconectador montado como una parte integral. Los medios de desconexión deben ser un desconectador o un interruptor automático y su capacidad no debe ser menor que la necesaria de acuerdo con lo especificado en el Artículo 630 Sección 12 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.5.1.4 Debe suministrarse una placa de datos en las máquinas que contenga la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, número de fases, tensión eléctrica en el primario, corriente eléctrica nominal en el primario, máxima tensión eléctrica de circuito abierto, corriente eléctrica nominal en el secundario, ciclo de trabajo o tiempo determinado de operación, según se indica en el Artículo 630 Sección 14 de la NOM-001-SEDE-2005.



### 5.5.2 Máquinas de soldar de arco tipo motor-generador

5.5.2.1 La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación debe ser como sigue:

a) Máquinas de soldar individuales. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación no debe ser menor que el valor de la corriente eléctrica que resulte de multiplicar el valor de la corriente eléctrica (A), dado en la placa de datos de la máquina de soldar, por el siguiente factor, basado en el ciclo de trabajo de la misma.

Ciclo de trabajo									
Por ciento	100	90	80	70	60	50	40	30	20 o menos
Factor	1,00	0,96	0,91	0,86	0,81	0,75	0,69	0,62	0,55

Para máquinas de soldar que tengan un tiempo determinado de operación de una hora, el factor de multiplicación debe ser 0,80.

b) Grupo de máquinas de soldar. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimentan a un grupo de máquinas de soldar sea menor que la suma de las corrientes eléctricas que cada máquina de soldar determina de acuerdo con lo indicado en el inciso a), siempre y cuando no todas las máquinas de soldar trabajen simultáneamente.

Para más detalles consultar el Artículo 630 Sección 21 de la NOM-001-SEDE-2005.

### 5.5.2.2 Protección contra sobrecorriente

a) Para máquinas de soldar. Cada máquina de soldar debe tener protección contra sobrecorriente nominal o ajustable que no sea mayor que 200% de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.

b) Para conductores. Los conductores que alimenten a una o más máquinas de soldar deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal ajustable a no más de 200 % de la capacidad de conducción de corriente del conductor, según se indica en el Artículo 630 Sección 22 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.5.2.3 Debe suministrarse un medio de desconexión en el circuito de alimentación de cada máquina. Los medios de desconexión deben ser un interruptor automático o un desconectador para circuito de motor, y su capacidad no debe ser menor que la necesaria de acuerdo con lo especificado en el Artículo 630 Sección 22 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.5.2.4 Debe suministrarse una placa de datos en las máquinas que contenga la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, número de fases, tensión eléctrica de entrada, corriente eléctrica de entrada, máxima tensión eléctrica de circuito abierto, capacidad de corriente de salida, ciclo de trabajo o tiempo determinado de operación, según se indica en el Artículo 630 Sección 24 de la NOM-001-SEDE-2005.



### 5.5.3 Máquinas de soldar por resistencia

5.5.3.1 La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación debe ser como sigue:

a) Máquinas de soldar individuales. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación debe cumplir con lo siguiente:

1) La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación para una máquina de soldar que puede ser operada a diferentes tiempos, a diferentes valores de corriente eléctrica de alimentación real o ciclo de trabajo, no debe ser menor que 70% de la corriente eléctrica nominal de alimentación, para máquinas de soldar de costura, de alimentación automática o 50% de la corriente eléctrica nominal de alimentación para máquinas de soldar de operación manual.

2) La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación para una máquina de soldar de operación específica, de la cual la corriente eléctrica de alimentación real y el ciclo de trabajo son conocidos y permanecen sin cambio, no debe ser menor que el producto de la corriente eléctrica nominal de alimentación por el factor dado en la siguiente tabla para el ciclo de trabajo al cual puede ser operada la máquina de soldar.

Ciclo de trabajo									
Por ciento	50	40	30	25	20	15	10	7,5	5 o menos
Factor	0,71	0,63	0,55	0,50	0,45	0,39	0,32	0,27	0,22

b) Grupo de máquinas de soldar. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimentan a dos o más máquinas de soldar no debe ser menor que la suma del valor obtenido de acuerdo con lo indicado en el inciso a) para la máquina de soldar más grande y 60% del valor obtenido para todas las demás máquinas de soldar. (Artículo 630 Sección 31 de la NOM-001-SEDE-2005.)

### 5.5.3.2 Protección contra sobrecorriente

a) Para máquinas de soldar. Cada máquina de soldar debe tener protección contra sobrecorriente nominal o ajustable que no sea mayor que 200% de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.

b) Para conductores. Los conductores que alimenten a una o más máquinas de soldar deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal ajustable a no más de 300 % de la capacidad de conducción de corriente del conductor, según se indica en el Artículo 630 Sección 32 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.5.3.3 Se debe proporcionar un desconectador o interruptor automático para que por medio de él, cada máquina de soldar por resistencia y su equipo de control puedan desconectarse del circuito de alimentación. La capacidad de corriente de este medio de desconexión no debe ser menor que la capacidad de conducción de corriente del conductor, determinada de acuerdo con lo indicado en el Artículo 630 Sección 31. Se permite que el desconectador del circuito de alimentación sea el medio de



desconexión de la máquina de soldar cuando el circuito alimenta solamente una máquina de soldar. (Artículo 630 Sección 33 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.5.3.4 Debe suministrarse una placa de datos en las máquinas que contenga la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, tensión eléctrica nominal y kVA nominales a 50% del ciclo de trabajo, máxima y mínima tensión eléctrica de circuito abierto en el secundario, corriente eléctrica secundaria a corto circuito a máxima tensión eléctrica del secundario y la abertura de los electrodos (brazos), según se indica en el Artículo 630 Sección 34 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.5.4 Cable para soldar

5.5.4.1 El aislamiento de los conductores instalados en el secundario de las máquinas de soldar eléctricas debe ser resistente a la flama. (Artículo 630 Sección 41 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.5.4.2 Los cables deben ser adecuados para ser instalados en una canalización apropiada que cumpla con los incisos siguientes:

- a) Soporte del cable. La canalización para el cable debe tener soportes a intervalos no mayores a 1,5 m.
- b) Separación del fuego y de productos de combustión. La instalación debe estar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 300 Sección 21.
- c) Señales. Debe colocarse una señal permanente en la canalización de cables a intervalos no mayores a 6 m. La señal debe decir "Canalización para cables de soldadura solamente".

#### 5.5.5 Explicación de términos

1. Corriente eléctrica nominal de alimentación: resulta de dividir los KVA nominales multiplicados por 1000 entre la tensión eléctrica nominal, usando los valores dados en la placa de datos.
2. Corriente eléctrica de alimentación real: es la proporcionada por el circuito de suministro durante cada operación de soldadura aplicada a un caso particular.
3. El ciclo de trabajo: es el por ciento de tiempo durante el cual la máquina de soldar está bajo carga. Por ejemplo, una máquina de soldar de puntos, alimentada con un sistema de 60 Hz (216 000 ciclos por hora) haciendo 400 puntos de soldadura por hora, con una duración de quince ciclos por cada punto de soldadura tendría un ciclo de trabajo de 2,8% (400 multiplicado por 15 dividido entre 216 000 y multiplicado por 100). Una máquina de soldar de costura que opere dos ciclos dentro y dos ciclos fuera, resultaría tener un ciclo de trabajo de 50%.



## 5.6 Equipos de procesamiento de datos y de cómputo electrónico

### 5.6.1 Requerimientos especiales para cuartos de equipo de procesamiento de datos y cómputo

- 1) Deben estar provistos de medios adecuados de desconexión para seguridad de los usuarios y del equipo en general.
- 2) Deben contar con sistemas de calefacción, ventilación o aire acondicionado instalado para uso exclusivo del local separado de otras áreas de ocupación.
- 3) Se deberá instalar únicamente equipo aprobado para procesamiento de datos y cómputo electrónico.
- 4) El área deberá estar ocupada por el personal calificado para la operación y mantenimiento del equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico.
- 5) El local de cómputo no debe usarse para el almacenamiento de combustibles, excepto de los necesarios para la operación del equipo de un día para otro.
- 6) El local de cómputo debe estar separado de los otros locales por paredes, pisos y techos clasificados como resistentes al fuego y con aberturas protegidas.
- 7) El edificio, locales o áreas de ocupación, deben cumplir con el Reglamento de Construcciones de la localidad.

Para mayores detalles, consultar el Artículo 645 de la NOM-001-SEDE-2005.

### 5.6.2 Circuitos de alimentación y cables de conexión

5.6.2.1 Los conductores de los circuitos derivados que alimenten a una o más unidades de un sistema de procesamiento de datos, deben tener una capacidad no menor que 125% del total de la carga conectada. (Artículo 645 Sección 5 Subsección (a) de la NOM-001-SEDE-2005)

5.6.2.2 Se permite que el sistema de procesamiento de datos esté conectado a un circuito derivado por uno de los siguientes dispositivos:

- 1) Cable o clavija de computadora o procesador de datos
- 2) Cordón flexible y clavija
- 3) Conjunto cordones. Cuando se instalen sobre la superficie del suelo deben ser de tipo protegido contra daño físico.



Para mayores detalles para la instalación de cables sobre la superficie del suelo y por debajo de pisos falsos, consultar el Artículo 645 Sección 5 Subsecciones (c), (d) y (e) de la NOM-001-SEDE-2005.

### 5.6.3 Medios de desconexión

5.6.3.1 Debe existir un medio de desconexión del suministro de energía para todo el equipo eléctrico, en el local de cómputo electrónico. Debe haber además un medio similar para desconectar el suministro de energía a todo el sistema de aire acondicionado exclusivo para el local y debe activar el cierre de todas las compuertas contra humo y fuego. Estos medios de desconexión deben estar agrupados e identificados y deben ser controlados desde un sitio accesible fácilmente en las principales puertas de salida. Se permite un medio único que controle a ambos, sistema de equipo electrónico y sistema de aire acondicionado. (Artículo 645 Sección 10 de la NOM-001-SEDE-2005)

### 5.6.4 Sistemas de energía ininterrumpible (SEI)

5.6.4.1 Los SEI instalados dentro de áreas de procesamiento de datos y cómputo electrónico, y sus circuitos de alimentación y de salidas, deben cumplir con lo indicado en el inciso anterior.

### 5.6.5 Puesta a tierra

5.6.5.1 Todas las partes metálicas expuestas, que no transporten corriente eléctrica deben ponerse a tierra de acuerdo a lo indicado en el Artículo 250 o deben ser de doble aislamiento, según se indica en el Artículo 645 Sección 15 de la NOM-001-SEDE-2005.

### 5.6.6 Marcado

5.6.6.1 Cada unidad de un sistema de procesamiento de datos que vaya a ser alimentado por un circuito derivado debe estar provista de una placa de datos con el nombre del fabricante, tensión eléctrica de suministro, frecuencia nominal y la máxima carga nominal (A) (Artículo 645 Sección 16 de la NOM-001-SEDE-2005)



## 5.7 Equipos de rayos X

### 5.7.1 Definiciones

#### 5.7.1.1 Movable

Un equipo de rayos X montado sobre una base permanente, dotado de ruedas o similar, que le permite desplazarse cuando está completamente ensamblado.

#### 5.7.1.2 Portátil

Un equipo de rayos X diseñado para llevar a mano.

#### 5.7.1.3 Régimen prolongado

Es un régimen basado en intervalos de funcionamiento de cinco minutos o mayor.

#### 5.7.1.4 Régimen momentáneo

Es un régimen basado en intervalos de funcionamiento que no sobrepasen cinco segundos.

#### 5.7.1.5 Transportable

Un equipo de rayos X diseñado para ser instalado en un vehículo o que puede ser fácilmente desmontado para ser transportado en un vehículo.

### 5.7.2 Conexión al circuito de alimentación

5.7.2.1 El equipo de rayos X portátil, movable y transportable, de una capacidad no mayor que 60 A, no requiere circuitos derivados individuales. El equipo de rayos X portátil y movable de cualquier capacidad debe ser alimentado por medio de cables o cordones de uso rudo aprobados. El equipo transportable de rayos X de cualquier capacidad podrá ser conectado a su fuente de alimentación por medio de conexiones adecuadas y por cable o cordón de uso rudo. (Artículo 660 Sección 4 Subsección (b) de la NOM-001-SEDE-2005)

### 5.7.3 Medios de desconexión

5.7.3.1 Los medios de desconexión se deben instalar en un lugar accesible fácilmente y con manejo desde el control del equipo de rayos X. Los medios de desconexión deben ser de capacidad aprobada, por lo menos de 50% de la corriente eléctrica requerida por el régimen momentáneo o de 100% de la corriente eléctrica requerida



para el régimen prolongado, escogiendo el mayor de los valores. Para equipo conectado a un circuito derivado de 120 V o 127 V nominales, de 30 A o menos, se puede utilizar como medio de desconexión un cordón y clavija de tipo polarizado con puesta a tierra, de capacidad adecuada. (Artículo 660 Sección 5 de la NOM-001-SEDE-2005)

#### 5.7.4 Selección de los conductores

5.7.4.1 Tamaño nominal de los conductores de alimentación y de la protección por sobrecorriente.

a) Conductores de circuitos derivados. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación de los circuitos derivados y de los dispositivos de protección por sobrecorriente, no deben ser menores a 50% del régimen momentáneo o a 100% del régimen prolongado del equipo de rayos X escogiéndose el mayor de los dos valores.

b) Conductores del alimentador. La capacidad de conducción de corriente de los conductores y la capacidad nominal de los dispositivos de protección por sobrecorriente de un alimentador para dos o más circuitos derivados que alimenten dos o más unidades de rayos X, no deben ser menores a 100% del régimen momentáneo de los dos aparatos de rayos X más grandes, más 20% del régimen momentáneo de los otros aparatos de rayos X.

El tamaño nominal mínimo de los conductores para circuitos derivados y alimentadores, se rige también por los requisitos de regulación de la tensión eléctrica. Para una instalación específica, el fabricante generalmente recomienda: transformadores de distribución, capacidad de los medios de desconexión, protección por sobrecorriente y el tamaño nominal mínimo de los conductores. (Artículo 660 Sección 6 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.7.4.2 El número de conductores de control instalados en una canalización debe ser determinado de acuerdo con lo indicado en el Artículo 300 Sección 17. (Artículo 660 Sección 8 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.7.4.3 Se permite usar conductores de tamaño nominal de 0,824 mm<sup>2</sup> (18 AWG) o de 1,31 mm<sup>2</sup> (16 AWG), según se indica en el Artículo 725 Sección 16, y cordones flexibles para los circuitos de control y de funcionamiento de equipos de rayos X y de equipo auxiliar, cuando éste cuente con dispositivos de protección por sobrecorriente no mayores a 20 A. (Artículo 660 Sección 9 de la NOM-001-SEDE-2005)



### 5.7.5 Control

#### 5.7.5.1 Equipo fijo y estacionario

a) Dispositivo de control separado. Además de los medios de desconexión se debe instalar un dispositivo de control al circuito que alimenta el control del equipo de rayos X o instalarse en el circuito primario del transformador de alta tensión. Este dispositivo debe formar parte del equipo de rayos X, pero puede estar colocado en una envolvente separada, adyacente a la unidad de control de rayos X.

b) Dispositivos de protección. Se debe instalar un dispositivo de protección para controlar la carga ocasionada por una falla en el circuito de alta tensión; se permite que este dispositivo de protección esté incorporado dentro del dispositivo de control separado. (Artículo 660 Sección 20 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.7.5.2 Equipo portátil y movable. El equipo portátil y movable debe cumplir con lo indicado en el inciso anterior, pero el dispositivo de control manual debe estar dentro de él o sobre el mismo. (Artículo 660 Sección 21 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.7.5.3 Control independiente. Cuando el mismo circuito de alta tensión alimente más de una parte del equipo, cada parte o grupo de equipo que formen una unidad deben tener un desconectador de alta tensión u otro medio de desconexión equivalente. Estos medios de desconexión deben ser construidos, cubiertos o ubicados de manera que se evite que alguna persona pueda hacer contacto con las partes energizadas. (Artículo 620 Sección 24 de la NOM-001-SEDE-2005)

#### 5.7.6 Resguardos y puesta a tierra.

a) Partes de alta tensión. Todas las partes de alta tensión, incluyendo los tubos de rayos X, deben tener envolventes puestas a tierra. Para aislar las partes de alta tensión de las envolventes puestas a tierra puede utilizarse aire, aceite, gas u otro medio aislante adecuado. Las conexiones del equipo de alta tensión a los tubos de rayos X y a otros componentes de alta tensión se deben hacer con cables de alta tensión con pantalla.

b) Cable de baja tensión. Los cables de baja tensión que sirven de conexión a unidades con aceite, tales como transformadores, capacitores, enfriadores de aceite y desconectadores de alta tensión que no estén completamente sellados, deben tener aislamiento resistente al aceite. (Artículo 660 Sección 47 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.7.6.1 Las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica de equipo de rayos X y equipo asociado deben estar puestos a tierra según el Artículo 250. El equipo portátil debe estar provisto de una clavija de tipo polarizado y con medio de puesta a tierra.



## 5.8 Albercas, fuentes e instalaciones similares

### 5.8.1 Definiciones

5.8.1.1 Alberca de natación, chapoteadero o bañera terapéutica, instalada permanentemente. La que está construida en el piso o dentro de un inmueble, de forma que la alberca no pueda fácilmente ser desarmada para almacenamiento, esté o no alimentada por circuitos eléctricos de cualquier tipo.

5.8.1.2 Cubierta porta-luminario. Estructura diseñada para contener un luminario de nicho mojado y destinado para instalarse en la estructura de una alberca o una fuente.

5.8.1.3 Fuentes y espejos de agua decorativos instalados en forma permanente. Las que están construidas en la tierra o sobre ella o en un inmueble, de manera que no puedan ser fácilmente desarmadas para ser almacenadas o guardadas, estén o no alimentadas por circuitos eléctricos de cualquier tipo. Estas unidades están construidas principalmente por su valor estético y no para servir de alberca de natación o chapoteadero.

5.8.1.4 Luminario de nicho mojado. Luminario para ser instalado en una cubierta porta-luminario colocada en una estructura de alberca o fuente, donde el luminario está completamente rodeado de agua.

5.8.1.5 Luminario de nicho seco. Luminario para ser instalado en las paredes de las albercas o fuentes, en un nicho que debe estar sellado contra la entrada de agua de la alberca.

5.8.1.6 Luminario sin nicho. Es un equipo de iluminación diseñado para instalarse encima o debajo del agua sin nicho. (Artículo 680 Sección 4 de la NOM-001-SEDE-2005)

### 5.8.2 Transformadores e interruptores de circuito por falla a tierra.

a) Transformadores. Los transformadores utilizados para la alimentación de los aparatos subacuáticos junto con su envolvente o carcasa, deben estar construidos a prueba de intemperie y sumergibles. El transformador debe ser del tipo de dos devanados con una barrera metálica puesta a tierra entre los devanados primario y secundario.

b) Interruptores de circuito por falla a tierra. Los interruptores de circuito por falla a tierra deben ser unidades auto-contenidas, de tipo interruptor automático, receptáculo, u otros aprobados.

c) Alambrado. Los conductores del lado de la carga de un interruptor de circuito por falla a tierra o de un transformador, usados de manera que cumplan con los requisitos indicados en el Artículo 680 Sección 20 Subsección (a) (1), no deben ocupar tubo (conduit), cajas o envolventes que contengan otros conductores. (Artículo 680 Sección 5 de la NOM-001-SEDE-2005)



5.8.3 Receptáculos, aparatos de alumbrado, salidas para alumbrado, dispositivos de interrupción y ventiladores de techo.

a) Receptáculos. No se debe instalar en el lugar ningún receptáculo a menos de 3 m de las paredes de una alberca o fuente.

b) Luminarios, salidas para alumbrado y ventiladores de techo. No deben instalarse sobre la alberca o sobre un área medida de 1,50 m horizontalmente desde las paredes de la alberca, a menos que se encuentren a una distancia de 3,7 m del nivel máximo del agua.

c) Dispositivos de interrupción. Los dispositivos de interrupción se deben ubicar por lo menos a una distancia de 1,5 m de las paredes internas de la alberca, a menos que estén separados de la misma por un muro sólido, pared u otra barrera permanente.

Para más detalles consultar el Artículo 680 Sección 6 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.8.3.1 No se permite el alambrado para otros usos bajo el piso de la alberca o debajo del área en una extensión de 1,5 m medidos horizontalmente desde las paredes internas de la alberca.

Cuando por limitaciones de espacio no pueda cumplir con 1,5 m o más, se permite que el alambrado sea instalado en tubo (conduit) metálico pesado, semipesado o en sistemas de canalización no metálicas. Todo tubo (conduit) metálico debe ser resistente a la corrosión y adecuado para la instalación. La mínima profundidad de instalación debe ser como sigue:

Método de alambrado	Profundidad en cm
Tubo (conduit) metálico tipo pesado	15
Tubo (conduit) metálico tipo semipesado	15
Tubo (conduit) no metálico tipo pesado para ser directamente enterrado sin cubierta de concreto	45
Otras canalizaciones aprobadas	45

Para más detalles consultar el Artículo 680 Sección 10 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.8.3.2 El equipo eléctrico no debe instalarse en locales cuyo drenaje no sea adecuado para prever acumulaciones de agua durante operaciones normales o de mantenimiento de filtros. (Artículo 680 Sección 11 de la NOM-001-SEDE-2205)

5.8.3.3 Se requiere un medio de desconexión que debe ser accesible, ubicado a la vista de la alberca, desde el nivel superior de la alberca. (Artículo 680 Sección 12 de la NOM-001-SEDE-2005)



#### 5.8.4 Albercas de instalación permanente

5.8.4.1 Para el diseño, instalación y uso de luminarios de nicho mojado, nicho seco y sin nicho consultar el Artículo 680 Sección 20 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.8.4.2 Para la utilización e instalación de cajas de empalmes y envolventes para transformadores, consultar el Artículo 680 Sección 21 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.8.4.3 Las partes interconectadas o puentes de unión deberán cumplir con las características que señala el Artículo 680 Sección 22 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.8.4.4 Todo equipo de sonido subacuático debe estar aprobado e identificado para este propósito y cumplir con lo especificado en el Artículo 680 Sección 23 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.8.4.5 Puesta a tierra.

El equipo siguiente debe tener conexión de puesta a tierra:

- 1) Luminarios subacuáticos de nicho mojado
- 2) Luminarios subacuáticos de nicho seco
- 3) Todo equipo eléctrico colocado dentro de 1,5 m de las paredes interiores de la alberca de nicho seco debe ser puesto a tierra a la terminal de puesta a tierra del equipo. Esta terminal debe estar directamente conectada a la envolvente del tablero. El conductor de puesta a tierra del equipo se debe instalar sin uniones ni empalmes.
- 4) Todo equipo eléctrico relacionado con el sistema de recirculación de agua de la alberca.
- 5) Cajas de empalmes
- 6) Envolvente de los transformadores
- 7) Interruptores de circuito por falla a tierra
- 8) Panel de alumbrado y control que no formen parte del equipo de acometida y que alimenten cualquier equipo eléctrico de la alberca.

Para el método de puesta a tierra consultar el Artículo 680 Sección 25 de la NOM-001-SEDE-2005.



### 5.8.5 Fuentes

5.8.5.1 Para la instalación y uso de luminarios, bombas y otros equipos sumergibles consultar el Artículo 680 Sección 51 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.8.5.2 Para los requisitos de instalación y uso de las cajas de empalmes u otras envolventes subacuáticas consultar el Artículo 680 Sección 52 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.8.5.3 Todos los sistemas de cañerías o tuberías metálicas asociadas con la fuente deben unirse sólidamente (puentes de unión) al conductor de puesta a tierra del equipo, del circuito derivado que alimenta a la fuente. (Artículo 680 Sección 53 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.8.5.4 Puesta a tierra. El siguiente equipo debe estar puesto a tierra:

- 1) Todo equipo eléctrico localizado dentro de la fuente o hasta 1,5 m de distancia de la pared interna de la misma.
- 2) Todo equipo relacionado con el sistema de regulación de agua de la fuente.
- 3) Los paneles de alumbrado y control que no formen parte del equipo de acometida y que alimenten cualquier equipo eléctrico relacionado con la fuente. (Artículo 680 Sección 54 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.8.5.5 Método de puesta a tierra.

- a) Deberán aplicarse las disposiciones indicadas en el Artículo 680 Sección 25 excepto (e)
- b) El equipo eléctrico que esté alimentado por un cordón flexible debe tener todas las partes metálicas descubiertas y que no transportan corriente eléctrica puestas a tierra por medio de un conductor de cobre aislado, que sea parte integral del cordón, según se indica en el Artículo 680 Sección 55 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.8.5.6 Para el equipo conectado por cordón y clavija deberá cumplirse con el Artículo 680 Sección 56 de la NOM-001-SEDE-2005.



## 5.9 Sistemas solares fotovoltaicos

### 5.9.1 Definiciones

#### 5.9.1.1 Celda solar fotovoltaica

El dispositivo fotovoltaico básico que genera energía eléctrica cuando es expuesto a la luz solar.

#### 5.9.1.2 Circuito de la fuente fotovoltaica

Los conductores entre módulos y desde los módulos hasta el o los puntos de conexión común del sistema común del sistema de c.c.

#### 5.9.1.3 Circuito de salida fotovoltaica

Los conductores del circuito entre el o los circuitos de la fuente fotovoltaica y el inversor o el equipo de utilización de c.c. Véase la Figura 690-1 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.9.1.4 Controlador de carga

Dispositivo que controla el régimen y la condición de carga de las baterías, protegiéndolas contra sobrecargas y descargas que excedan sus límites de operación normal.

#### 5.9.1.5 Diodo de bloqueo

Un diodo usado para impedir el flujo inverso de corriente eléctrica hacia el circuito de la fuente voltaica.

#### 5.9.1.6 Fuente de energía fotovoltaica

Un sistema o agregado de sistemas, los cuales generan energía en c.c. a la tensión y corriente eléctricas del sistema.

#### 5.9.1.7 Inversor

Equipo que es usado para cambiar el nivel de tensión eléctrica de la energía, su forma de onda o ambos. Usualmente un inversor (también conocido como unidad de acondicionamiento de potencia o sistema de conversión de potencia) es un dispositivo que cambia una entrada de c.c. a una salida de c.a.

Los inversores en sistemas autónomos pueden incluir también cargadores de baterías que toman la c.a. de una fuente auxiliar, como un generador, y la rectifican a c.c. para cargar baterías.



#### 5.9.1.8 Circuito de entrada

Los conductores entre el inversor y las baterías en un sistema autónomo o los conductores entre el inversor y los circuitos de salida fotovoltaica en sistemas interconectados a la red.

#### 5.9.1.9 Circuito de salida

Los conductores entre el inversor y el tablero de cargas de c.a. en un sistema autónomo, o los conductores entre el inversor y el equipo de acometida u otra fuente de producción de energía eléctrica tal como la compañía suministradora, en sistemas interconectados a la red. Véase la Figura 690-1 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.9.1.10 Módulo

El ensamble completo más pequeño de celdas solares, protegido del ambiente, con su óptica y otros componentes excluyendo el dispositivo de seguimiento, diseñado para generar c.c. por la acción de la luz solar.

#### 5.9.1.11 Panel

Un conjunto de módulos unidos mecánica y eléctricamente, diseñado para manejarse como una unidad instalable en campo.

#### 5.9.1.12 Sistema

Un ensamble mecánicamente integrado de módulos o paneles con una estructura soporte y cimentación, seguimiento solar, control térmico y otros componentes, según se requieran para formar una unidad de producción de energía en c.c.

#### 5.9.1.13 Sistema autónomo

Un sistema solar fotovoltaico que abastece energía en forma independiente de otras fuentes de energía.

#### 5.9.1.14 Sistema interactivo

Un sistema solar fotovoltaico que opera en paralelo con otra fuente de producción de energía eléctrica conectada a la misma carga y que puede estar diseñado para entregar energía a dicha fuente.

Para el propósito de esta definición, un subsistema de almacenamiento de energía de un sistema solar fotovoltaico, tal como una batería, no es otra fuente de producción de potencia eléctrica.



#### 5.9.1.15 Sistema solar fotovoltaico

El total de componentes y subsistemas que, en combinación, convierten la energía solar en energía eléctrica apropiada para la conexión a una carga de utilización. (Artículo 690 Sección 2 de la NOM-001-SEDE-2205)

#### 5.9.2 Instalación

##### a) Sistema Fotovoltaico.

Se permite que un sistema solar fotovoltaico suministre energía a una edificación u otra estructura, en adición a cualquier acometida de otros sistemas de suministro de energía eléctrica.

##### b) Conductores de Sistemas Diferentes.

Los circuitos de la fuente fotovoltaica y los circuitos de salida fotovoltaica no deben estar contenidos en la misma canalización, charola, cables, cajas de salida o cajas de empalme o accesorios similares, junto con los circuitos alimentadores o derivados de otros sistemas.

Excepción: Cuando los conductores de diferentes sistemas están separados por una división o se conecten juntos.

##### c) Conexiones de módulos.

Las conexiones a un módulo o panel deben estar dispuestas de tal manera que al remover un módulo o panel de un circuito de la fuente fotovoltaica no se interrumpa al conductor puesto a tierra de otro circuito de la fuente fotovoltaica.

##### d) Equipo.

Los inversores o motogeneradores deben estar aprobados e identificados para uso en sistemas fotovoltaicos.

##### e) Montaje de módulos.

Cuando la estructura y los materiales de la edificación a la que suministra energía el sistema fotovoltaico no tengan la resistencia mecánica necesaria, los módulos deben montarse en una estructura independiente que les dé el soporte y la orientación necesarios, asegurando su adecuada ventilación. En todo caso, el cable de acometida entre el sistema fotovoltaico y la edificación debe quedar adecuadamente protegido contra posible daño físico. (Artículo 690 Sección 4 de la NOM-001-SEDE-2005)



### 5.9.3 Requisitos para los circuitos

#### 5.9.3.1 Tensión eléctrica máxima

- a) Capacidad de tensión eléctrica. En una fuente de energía fotovoltaica y sus circuitos de c.c., la tensión eléctrica considerada debe ser la del circuito abierto especificada.
- b) Circuitos de utilización de c.c. La tensión eléctrica de los circuitos de utilización de c.c. debe de apegarse a lo indicado en el Artículo 210 Sección 6 de la NOM-001-SEDE-2005.
- c) Circuitos de la fuente y salida fotovoltaica. Se permite operar hasta 600 V los circuitos de la fuente fotovoltaica y los circuitos de salida fotovoltaica que no incluyan portalámparas, ni artefactos para lámparas ni receptáculos, según se indica en el Artículo 690 Sección 7 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.9.3.2 Capacidad de conducción de corriente eléctrica de los circuitos

- a) La capacidad de conducción de corriente eléctrica de los conductores y la especificación o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en un circuito de un sistema solar fotovoltaico no deben ser menores a 125% de la corriente eléctrica calculada de acuerdo al inciso (b) siguiente.

La especificación o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240 Sección 3 Subsecciones (b) y (c)

- b) La corriente eléctrica para cada circuito individual debe calcularse como sigue:

- 1) Circuitos de la fuente fotovoltaica. La suma de la corriente eléctrica especificada de corto circuito de los módulos en paralelo.
- 2) Circuito de salida fotovoltaica. La corriente eléctrica especificada de corto circuito de la fuente de energía fotovoltaica.
- 3) Circuito de salida del inversor. La corriente eléctrica de salida especificada del inversor o de la unidad de acondicionamiento de potencia.
- 4) Circuito de entrada de un inversor autónomo. La corriente eléctrica especificada de entrada del inversor autónomo cuando el inversor está produciendo su potencia especificada a la menor tensión eléctrica de entrada.



c) Sistemas con tensiones eléctricas múltiples de c.c. En una fuente fotovoltaica que tiene múltiples tensiones eléctricas de salida y que emplea un conductor común de retorno, la capacidad de conducción de corriente del conductor de retorno no debe ser menor que la suma de las capacidades de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos individuales de salida. (Artículo 690 Sección 8 de la NOM-001-SEDE-2005)

#### 5.9.3.3 Protección contra sobrecorriente

Se deberán cumplir los requisitos establecidos en el Artículo 690 Sección 9 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.9.4 Medios de desconexión

5.9.4.1 Se deben proveer los medios para desconectar todos los conductores que lleven corriente eléctrica de una fuente de energía fotovoltaica de todos los otros conductores en un edificio u otra estructura. (Artículo 690 Sección 13 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.9.4.2 Deben proveerse medios para desconectar equipos tales como inversores, baterías, controladores de carga y similares, de todos los conductores no puestos a tierra de todas las fuentes. Si el equipo está energizado por más de una fuente, los medios de desconexión deben ser agrupados e identificados. (Artículo 690 Sección 15 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.9.4.3 Los medios de desconexión para conductores no puestos a tierra consisten de uno o varios desconectadores o interruptores automáticos:

- 1) localizados en un lugar accesible fácilmente
- 2) operables externamente sin exponer al operador al contacto con partes vivas
- 3) indicando claramente si está en la posición cerrado o abierto, y
- 4) deben tener una corriente de interrupción suficiente para la corriente y tensión eléctricas que puede estar disponible en las terminales de línea del equipo, según se indica en el Artículo 690 Sección 17 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.9.5 Métodos de alambrado

5.9.5.1 Para conocer los métodos de alambrado para sistemas fotovoltaicos, consultar el Artículo 690 Sección 31, así como la Tabla 630-31 (c) de la NOM-001-SEDE-2005.

5.9.5.2 Se permiten accesorios y conectores diversos, los cuales deberán cumplir con lo siguiente:



- a) Los conectores deben ser polarizados y tener una configuración que no sea intercambiable con receptáculos de otros sistemas eléctricos del usuario.
- b) Los conectores deben estar contruidos de forma que protejan a las personas de contacto inadvertido con partes vivas.
- c) Los conectores deben ser de tipo de cierre o seguro.
- d) El elemento de puesta a tierra del conector acoplable debe ser el primero en hacer contacto y el último en romperlo.
- e) Los conectores deben ser capaces de interrumpir la corriente eléctrica del circuito sin peligro para el operador.

#### 5.9.6 Puesta a tierra

5.9.6.1 Punto de conexión de la puesta a tierra del sistema. La conexión de puesta a tierra del circuito de c.c. debe hacerse en un solo punto del circuito de salida fotovoltaica. El sistema queda mejor protegido contra transitorios de sobretensiones por descargas eléctricas atmosféricas si el punto de conexión de puesta a tierra se localiza tan cerca de la fuente fotovoltaica como sea posible. (Artículo 690 Sección 42 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.9.6.2 Las partes metálicas de los marcos de los módulos, del equipo y de las envolventes de conductores que no lleven corriente, deben ser puestas a tierra sin importar la tensión eléctrica. (Artículo 690 Sección 43 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.9.6.3 Debe proveerse un sistema de electrodo de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 Secciones 81 a 86 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.9.7 Marcado

5.9.7.1 Los módulos deben marcarse con identificación de las terminales o cables de salida, en cuanto a su polaridad, a la especificación del dispositivo de protección contra sobrecorriente máxima, y con la especificación de: (1) tensión eléctrica de circuito abierto (2) tensión eléctrica de operación (3) tensión eléctrica máxima permisible del sistema (4) corriente eléctrica de operación (5) corriente eléctrica de corto circuito y (6) potencia máxima. (Artículo 690 Sección 51 de la NOM-001-SEDE-2005)

5.9.7.2 El instalador debe marcar en el sitio, en un lugar accesible en los medios de desconexión de la fuente de energía fotovoltaica, las especificaciones de:



- (1) corriente eléctrica de operación
- (2) tensión eléctrica de operación
- (3) tensión eléctrica de circuito abierto, y
- (4) corriente eléctrica de cortocircuito de la misma fuente. (Artículo 690 Sección 52 de la NOM-001-SEDE-2005)

#### 5.9.8 Interconexión a otras fuentes de energía

5.9.8.1 Para la interconexión de sistemas fotovoltaicos con otras fuentes de energía consultar el Artículo 690 Secciones 61 a 64 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.9.9 Baterías de acumuladores

5.9.9.1 Las baterías de acumuladores en un sistema solar fotovoltaico deben instalarse de acuerdo con lo previsto en el Artículo 480 de la NOM-001-SEDE-2005.

5.9.9.2 Se debe instalar un dispositivo adecuado de limitación de sobrecorriente en cada circuito adyacente a las baterías, cuando la corriente eléctrica de cortocircuito de la batería o del banco de baterías exceda la corriente de interrupción o de soporte de otros equipos en dicho circuito, según se indica en el Artículo 690 Sección 71 Subsección (c) de la de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.10 Bombas contra incendios

##### 5.10.1 Fuentes de suministro de los motores de bombas contra incendios

La corriente eléctrica debe llegar a los motores eléctricos de bombas contra incendios a través de uno o más de los siguientes medios:

- 1) Acometida. Cuando el motor reciba energía desde una acometida, debe estar situado e instalado de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de daño por los incendios producidos en el interior del edificio o por otros riesgos.
- 2) Generadores internos. Cuando el motor reciba energía de generaciones instalados en el edificio, éstos deben estar protegidos de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de daños por los incendios producidos. (Artículo 695 Sección 2 Subsección (a) de la NOM-001-SEDE-2005)



5.10.2 Los conductores de conexión deben conectar directamente la fuente de suministro a un controlador aprobado para bombas contra incendios.

Se permite instalar un medio de desconexión y uno o más dispositivos de protección contra sobrecorriente entre la fuente de suministro y el controlador aprobado. Dicho medio de desconexión y dispositivos de sobrecorriente deberán cumplir los requisitos del Artículo 695 Sección 3 Subsección (c) de la NOM-001-SEDE-2005.

5.10.3 Se permite la combinación de dos o más fuentes de suministro para alimentar los motores de bombas contra incendios, según se indica en el Artículo 695 Sección 4 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.10.4 Transformadores

a) Cuando se utilice un transformador exclusivamente para una instalación de bombas contra incendios, su capacidad nominal debe ser como mínimo 125% de la siguiente cantidad:

- 1) La corriente eléctrica a plena carga de todos los motores de las bombas, más
- 2) La corriente eléctrica a plena carga de todos los motores de las bombas auxiliares que estén conectados al mismo circuito, más
- 3) La corriente eléctrica a plena carga de todos los demás accesorios de las bombas que estén conectados al mismo circuito.

Para la selección de las corrientes a plena carga de los motores, véase lo establecido en el Artículo 430 Sección 6. (Artículo 695 Sección 5 Subsección (a) de la NOM-001-SEDE-2005)

b) Para la protección contra sobrecorriente para transformadores consultar el Artículo 695 Sección 5 Subsección (b) de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.10.5 Ubicación del equipo

a) Ubicación de los controladores y del desconectador de transferencia. Los controladores de los motores eléctricos de las bombas y de los desconectadores de transferencia, deben estar situados lo más cerca posible de los motores que controlan y a la vista de ellos.

b) Ubicación de los controladores de otros motores. Los controladores de los demás motores eléctricos deben estar situados lo más cerca posible de los motores que controlan y a la vista de ellos.

c) Almacenamiento de baterías. Las baterías de los motores diesel deben estar en un estante sobre el suelo, o bien sujetas y situadas donde no estén expuestas a temperatura excesiva, vibraciones, daño mecánico o al agua.



d) Partes energizadas de equipo. Todas las partes de equipo que puedan estar energizadas deben estar situadas a 30 cm como mínimo sobre el nivel del suelo.

e) Controladores y desconectores de transferencia. Los controladores de motores y los desconectores de transferencia deben estar situados o protegidos para que no le llegue el agua procedente de las bombas o de sus conexiones.

f) Equipo de mando. Todos los equipos de control de las bombas contra incendios deben estar sujetos a estructuras de material no combustible.

#### 5.10.6 Métodos de alambrado

5.10.6.1 Para los métodos de alambrado consultar el Artículo 695 Sección 8 de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 5.10.7 Cables de control

5.10.7.1 Para los requisitos de instalación de los circuitos de control consultar el Artículo 695 Sección 9 de la NOM-001-SEDE-2005.



## 6. Circuitos derivados

### 6.1 Introducción

Los circuitos derivados sufren constantemente cambios en sus estructuras, mismos que afectan los diseños eléctricos, por lo anterior, se ha evaluado la conveniencia de contar con una norma exclusiva sobre circuitos derivados en la UNAM; pero incluidos dentro de los sistemas de fuerza, alumbrado y contactos por lo que se requiere mencionar la importancia de estos elementos utilizados en las instalaciones eléctricas de cualquier inmueble.

### 6.2 Objetivo

Proporcionar al proyectista de las instalaciones eléctricas de los inmuebles de la UNAM, los criterios específicos para la elaboración de los proyectos de circuitos derivados, haciendo un uso adecuado de energía.

### 6.3 Requisitos de diseño

6.3.1 Todos los circuitos derivados deben estar identificados desde su tablero de distribución o centro de carga, por circuito, destino de aplicación y cargas que alimenta.

6.3.2 Se deben considerar centros de carga exclusivos para sistemas de cómputo, con tensión regulada e independientes a los de circuitos de iluminación y fuerza.

6.3.3 Los circuitos de fuerza deben estar separados y ser independientes de los circuitos de alumbrado.

6.3.4 Se deben considerar centros de carga exclusivos para equipos de laboratorio, con tensión normal y regulada e independientes a los de circuitos de iluminación o fuerza.

6.3.5 Se deben considerar centros de carga exclusivos para recintos en donde se involucre equipo electrónico de características especiales.

6.3.6 Se deben emplear sistemas de potencia de 3 fases – 5 hilos para alimentar sistemas de cómputo y diseñarse para tener la capacidad de soportar corrientes armónicas altas en el neutro.

6.3.7 Como máximo se permitirán 10 conductores en cada canalización y ésta no debe ser mayor a 25 mm de diámetro, para circuitos derivados.



6.3.8 Por ningún motivo deben proyectarse neutros comunes a dos o más circuitos derivados.

6.3.9 Para las protecciones de circuitos de alumbrado fluorescente, se debe considerar un factor de potencia superior a 0.9 y un factor de demanda del 90%.

6.3.10 Para las protecciones de circuitos de alumbrado incandescente, se debe considerar un factor de potencia unitario y un factor de demanda de 90%.

6.3.11 Los circuitos derivados de alumbrado que dan servicio a circulaciones, terrazas, patios interiores, sanitarios públicos y en general a zonas que tengan libre acceso al público, deben controlarse directamente desde los tableros correspondientes.

6.3.12 Se recomienda que la carga en los circuitos de alumbrado no se exceda de los 1500 Watts y para contactos 1800 Watts, permitiéndose en casos extremos y especiales hasta 2000 Watts (esto se debe evitar al máximo)

6.3.13 La protección para circuitos derivados de contactos, será un interruptor termomagnético de 20 Amperes, aún cuando la carga teórica proyectada se encuentre muy debajo de los 1800 Watts.

6.3.14 Los conductores de circuitos derivados deberán estar dimensionados para evitar una caída de tensión eléctrica superior al 3% en la salida más lejana que alimente carga.

#### 6.4 Artículos mínimos requeridos de la NOM-001-SEDE-2005

6.4.1 Los circuitos derivados para cargas diversas se clasifican de acuerdo a su protección contra sobrecorriente, como de: 15, 20, 30, 40 y 50 Amperes. Las cargas mayores de 50 Amperes, deberán alimentarse por circuitos derivados individuales. (Artículo 210 Sección 3)

6.4.2 Los circuitos derivados pueden ser multiconductores, los cuales se consideran como circuitos múltiples, siempre que todos los conductores partan del mismo tablero de distribución. (Artículo 210 Sección 4)

6.4.3 El conductor puesto a tierra de un circuito derivado debe identificarse de acuerdo a los Artículos 200 Sección 6 y 210 Sección 5.

6.4.4 Los circuitos derivados para unidades de portalámparas, aparatos o contactos de capacidad de 15 amperes o menos, no deberán exceder de 127 V nominales entre conductores. (Artículo 210 Sección 6)

6.4.5 Los receptáculos deben ser con conexión de puesta a tierra. (Artículo 210 Sección 7)



6.4.6 Los receptáculos instalados en baños, así como todos los instalados a no más de 1.8 m de zonas húmedas como piletas o fregaderos, deben contar con interruptor protector contra fallas a tierra. (Artículo 210 Sección 8)

6.4.7 Lo concerniente a los conductores activos derivados de sistemas aterrizados deben de cumplir con el Artículo 210 Sección 10.

6.4.8 Los conductores de los circuitos derivados deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la carga máxima que alimentan y que no sean de calibre más delgado que 12 AWG en el caso de conductores de cobre. (Artículo 210 Sección 19)

6.4.9 Se deberán proteger contra corrientes excesivas por medio de dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad no mayor que la permitida por los conductores del circuito. (Artículo 210 Sección 20)

6.4.10 Los dispositivos de salida deben cumplir con lo siguiente (Artículo 210 Sección 21):

Portalámparas. Los portalámparas deberán tener una capacidad no menor que la carga que van a alimentar y se recomienda que cuando estén conectados a circuitos derivados de 20 A o más sean del tipo para servicio pesado.

Receptáculos, Los receptáculos deberán tener una capacidad no menor que la carga por servir y se recomienda tengan las siguientes capacidades:

Capacidad nominal del circuito (A)	Capacidad nominal del receptáculo (A)
15	No más de 15
20	15 o 20
30	30
40	40 o 50
50	50

6.4.11 La carga total no debe exceder la capacidad nominal del circuito derivado y no exceder las cargas máximas especificadas en el Artículo 210 Sección 22 Subsección (a) a la Subsección (c)

6.4.12 La carga no debe exceder a la capacidad nominal del circuito derivado. Un circuito derivado que alimente dos o más, solo debe alimentar a las cargas especificadas en el Artículo 210 Sección 23 Subsección (a) a la (d).

6.4.13 Los circuitos derivados que tengan dos o más salidas deben cumplir con lo resumido en el Artículo 210 Sección 24.

6.4.14 Se deben de usar las tensiones mencionadas en el Artículo 220 Sección 2.



6.4.15 Las cargas de los circuitos derivados se deben calcular de acuerdo al Artículo 220 Sección 3.

6.4.16 El número de circuitos derivados debe ser suficiente para suministrar corriente eléctrica a la carga conectada. (Artículo 220 Sección 4)

6.4.17 Se debe de cumplir con los requisitos de los circuitos derivados de aparatos eléctricos especificados en el Artículo 422.

6.4.18 Para instalaciones eléctricas en ambientes especiales se debe consultar los siguientes Artículos de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005:

- Artículo 514, Estaciones de servicio
- Artículo 518, Lugares de concentración pública
- Artículo 517, Clínicas
- Artículo 520. Cines Teatros y Estudios de TV



## 7. Canalizaciones

### 7.1 Tubo conduit metálico tipo pesado (de pared gruesa)

7.1.1. Los tubos conduit se pueden instalar en áreas secas interiores, y en áreas húmedas, exteriores o corrosivas si cuenta con un recubrimiento especial anticorrosivo como zinc o cadmio. (Artículo 346 Sección 3)

El tubo conduit puede quedar embebido en concreto, o montados superficialmente con soportes especiales.

7.1.2 Siempre que sea posible, para evitar el efecto de reacción galvánica las cajas y conectores usados con los tubos metálicos, deben de ser del mismo material. (Artículo 346 Sección 4)

7.1.3 El diámetro mínimo para el tubo conduit es de 16 mm ( $\frac{1}{2}$ " ) y el máximo de 155 mm (6"). (Artículo 345 Sección 5)

7.1.4 El número de conductores permitido en tubo conduit no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la tabla 10-1 de la NOM-001-SEDE-2005. (Artículo 346 Sección 6)

Tabla 10-1. Factores de relleno en tubo conduit

Número de conductores	Uno	Dos	Más de dos
Todos los tipos de conductores	53 %	31 %	40 %

7.1.5 Cuando un tubo conduit entre en una caja, se deben de instalar boquillas o conectores que protejan al conductor. (Artículo 346 Sección 8)

7.1.6 El radio de curvatura al centro del tubo no debe ser menor al indicado en la Tabla 346-10 de la NOM-001-SEDE-2005. (Artículo 346 Sección 10)



Tabla 346-10.- Radio de curvatura del tubo conduit tipo pesado (de pared gruesa)

Tamaño o Designación	Con herramientas de doblar de un solo golpe o de zapata plena (mm)	Otros dobleces (mm)
16mm (1/2")	102	102
21mm (3/4")	114	127
27mm (1")	146	152
35mm (1-1/4")	184	203
41mm (1-1/2")	210	254
53mm (2")	241	305
63mm (2-1/2")	267	381
78mm (3")	330	457
91mm (3-1/2")	381	533
103mm (4")	406	610
129mm (5")	610	762
155mm (6")	762	914

7.1.7 El número total de curvas en la trayectoria de un tubo entre dos puntos de sujeción no debe exceder a 360°. (Artículo 346 Sección 11)

7.1.8 Los tubos conduit de pared gruesa se deben soportar cada 3 m y dentro de 1 m a la salida de una terminación. (Artículo 346 Sección 12)

## 7.2 Tubo conduit metálico tipo ligero (de pared delgada)

7.2.1 Los tubos conduit se pueden instalar en lugares secos no expuestos a la humedad y en ambientes corrosivos si están protegidos adecuadamente contra la corrosión. (Artículo 346 Sección 3)

Los tubos conduit se puede usar en instalaciones ocultas y expuestas cuando no este sometido a daño físico grave.

7.2.2 Siempre que sea posible, para evitar el efecto de reacción galvánica las cajas y conectores usados con los tubos metálicos, deben de ser del mismo material. (Artículo 348 Sección 5)

7.2.3 El diámetro mínimo para el tubo conduit es de 16 mm (1/2") y el máximo de 103 mm (4"). (Artículo 348 Sección 6)

7.2.4 El número de conductores permitido en tubo conduit no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1 de la NOM-001-SEDE-2005. (Artículo 348 Sección 7)



7.2.5 El tubo conduit no debe roscarse y todos sus extremos deben desbastarse por dentro y por fuera para eliminar bordes filosos. (Artículo 348 Sección 8)

7.2.6 El radio de curvatura al centro del tubo no debe ser menor al indicado en la Tabla 346-10 de la NOM-001-SEDE-2005.

7.2.7 El número total de curvas en la trayectoria de un tubo entre dos puntos de sujeción no debe exceder a 360°. (Artículo 348 Sección 11)

7.2.8 Los tubos conduit de pared delgada se deben soportar cada 3. m y dentro de 1m a la salida de una terminación. (Artículo 348 Sección 12)

### 7.3 Tubo conduit rígido no metálico (PVC)

7.3.1 El tubo conduit se puede utilizar en instalaciones ocultas, en paredes pisos y techos, o en instalaciones subterráneas, en lugares secos y húmedos. (Artículo 347 Sección 2)

7.3.2 El tubo conduit no se debe usar como soporte de luminarias, ni en lugares en que este expuesto a daños físicos, ni en teatros o lugares similares. (Artículo 347 Sección 3)

7.3.3 El diámetro mínimo para el tubo conduit es de 16 mm ( $\frac{1}{2}$ " ) y el máximo de 155 mm (6")

7.3.4 Los tubos conduit tipo pesado se pueden doblar con la aplicación de aire caliente o líquido caliente y se permite un radio de curvatura al centro del tubo no menor al indicado en la Tabla 346-10 de la NOM-001-SEDE-2005. (Artículo 347 Sección 13)

7.3.5 El tubo conduit debe soportarse conforme a las distancias de la tabla 347-8 de la NOM-001-SEDE-2005, y a menos de un metro a la salida de una caja, debe sujetarse de modo que se deje holgura para los movimientos de expansión o contracción térmica. (Artículo 347 Sección 8)



TABLA 347-8.- Soportes de tubo conduit rígido no metálico (PVC)

Tamaño o Designación	Separación máxima entre soportes en metros
16mm (1/2")	1,0
21mm (3/4")	1,0
27mm (1")	1,0
35mm (1-1/4")	1,5
41mm (1-1/2")	1,5
53mm (2")	1,5
63mm (2-1/2")	1,8
78mm (3")	1,8
91mm (3-1/2")	2,1
103mm (4")	2,1
129mm (5")	2,1
155mm (6")	2,4

7.3.6 El número de conductores permitido en tubo conduit no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1 de la NOM-001-SEDE-2005. (Artículo 347 Sección 11)

7.3.7 Cuando un tubo conduit entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se deben instalar boquillas o conectores que protejan al conductor. (Artículo 347 Sección 12)

7.3.8 El número total de curvas en la trayectoria de un tubo entre dos puntos de sujeción no debe exceder a 360°. (Artículo 347 Sección 14)

#### 7.4 Tubo conduit metálico flexible

7.4.1 El tubo conduit se puede utilizar en lugares expuestos y ocultos, en lugares donde existen vibraciones mecánicas y para alimentar luminarias. (Artículo 350 Sección 4)

No se debe usar el tubo conduit en lugares mojados, en cubos de elevadores, en cuartos de almacenamiento de baterías, en lugares expuesto a materiales que le puedan producir deterioro, enterrado ni en lugares que este expuesto a daño físico. (Artículo 350 Sección 5)

7.4.2 El diámetro mínimo para el tubo conduit es de 16 mm (1/2") y el máximo de 103 mm (4")

7.4.3 El número de conductores permitido en tubo conduit no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1 de la NOM-001-SEDE-2005. (Artículo 350 Sección 12)



7.4.4 El número total de curvas en la trayectoria de un tubo entre dos puntos de sujeción no debe exceder a 360°. Se permite un radio de curvatura al centro del tubo no menor al indicado en la Tabla 346-10 de la NOM-001-SEDE-2005. (Artículo 350 Sección 16)

7.4.5 Los tubos conduit se deben soportar cada 1.4 m y dentro de 0.3 m a la salida de una terminación (Artículo 346 Sección 12. Excepto en tramos no mayores a 1.8 m desde una conexión terminal para conexión de luminarias)

## 7.5 Ductos metálicos

7.5.1 Los ductos se pueden utilizar en instalaciones expuestas y deben ser herméticos a la lluvia en caso de que se instalen en lugares mojados. Los ductos no se pueden utilizar cuando estén expuestos a daño físico o a vapores corrosivos. (Artículo 362 Sección 1)

7.5.2 La suma de las áreas transversales de los conductores contenidos en el ducto no debe superar el 20% del área transversal del mismo. (Artículo 362 Sección 5)

7.5.3 Los ductos instalados horizontalmente se deben sujetar en sus extremos y en intervalos menores a 1.5 m. Los ductos instalados verticalmente se deben soportar a menos de 4.5 m y solo se permite una unión entre dos soportes. (Artículo 362 Sección 8)

7.6 Cajas, cajas de paso y sus accesorios utilizados para salida, empalme unión o jalado.

7.6.1 En lugares húmedos o mojados las cajas, cajas de paso y los accesorios deben estar equipadas para evitar que entre humedad. (Artículo 370 Sección 15)

7.6.2 Todos los conductores que se alojen en una caja, incluyendo los aislamientos, empalmes y vueltas que se hagan en su interior, no deben ocupar más del 60% del espacio interior de cada caja. (Artículo 370 Sección 16)

El volumen de una caja de alambrado debe ser el volumen total de todas las secciones ensambladas y, donde se utilice el espacio proporcionado por las tapas que incrementan el volumen, anillos de extensión, etcétera, que estén marcados con su volumen en centímetros cúbicos o que se fabriquen con cajas cuyas dimensiones estén listadas en la Tabla 370 -16(a) de la NOM 001 SEDE 2005. (Artículo 370 Sección 16 Subsección (a))



Tabla 370-16(a)- Cajas metálicas

Dimensiones de la caja tamaño comercial en cm	Capacidad mínima en cm <sup>3</sup>	Número máximo de conductores*						
		0,824 mm <sup>2</sup> (18 AWG)	1,31 mm <sup>2</sup> (16 AWG)	2,08 mm <sup>2</sup> (14 AWG)	3,31 mm <sup>2</sup> (12 AWG)	5,26 mm <sup>2</sup> (10 AWG)	8,37 mm <sup>2</sup> (8 AWG)	13,3 mm <sup>2</sup> (6 AWG)
10,2 x 3,2 redonda	205	8	7	6	5	5	4	2
10,2 x 3,8 redonda	254	10	8	7	6	6	5	3
10,2 x 5,4 redonda	352	14	12	10	9	8	7	4
10,2 x 3,2 octagonal	295	12	10	9	8	7	6	3
10,2 x 3,8 octagonal	344	14	12	10	9	8	7	4
10,2 x 5,4 octagonal	497	20	17	15	13	12	10	6
11,9 x 3,2 cuadrada	418	17	14	12	11	10	8	5
11,9 x 3,8 cuadrada	484	19	16	14	13	11	9	5
11,9 x 5,4 cuadrada	688	28	24	21	18	16	14	8
7,6 x 5,1 x 3,8 dispositivo	123	5	4	3	3	3	2	1
7,6 x 5,1 x 5,1 dispositivo	164	6	5	5	4	4	3	2
7,6 x 5,1 x 5,7 dispositivo	172	7	6	5	4	4	3	2
7,6 x 5,1 x 6,4 dispositivo	205	8	7	6	5	5	4	2
7,6 x 5,1 x 7,0 dispositivo	230	9	8	7	6	5	4	2
7,6 x 5,1 x 8,9 dispositivo	295	12	10	9	8	7	6	3
10,2 x 5,4 x 3,8 dispositivo	170	6	5	5	4	4	3	2
10,2 x 5,4 x 4,8 dispositivo	213	8	7	6	5	5	4	2
10,2 x 5,4 x 5,4 dispositivo	238	9	8	7	6	5	4	2
9,5 x 5,1 x 6,4 mampostería	230	9	8	7	6	5	4	2
9,5 x 5,1 x 8,9 mampostería	344	14	12	10	9	8	7	4
FS de Prof. mínima 4,5 c/tapa	221	9	7	6	6	5	4	2
FD de Prof. mínima 6,0 c/tapa	295	12	10	9	8	7	6	3
FS de Prof. mínima 4,5 c/tapa	295	12	10	9	8	7	6	3
FD de Prof. mínima 6,0 c/tapa	394	16	13	12	10	9	8	4

\* Cuando en 370-16(b)(2) a 370-16(b)(5) no se exijan tolerancias de volumen.



Para el cálculo del volumen ocupado se deben sumar el volumen ocupado por los conductores, abrazaderas, accesorios de soporte, equipos o dispositivos y los conductores de puesta a tierra de equipo. (Artículo 370 Sección 16 Subsección (b))

Las cajas de paso no deben contener empalmes, conexiones ni dispositivos excepto si están marcados por el fabricante de modo legible y duradero con su capacidad en  $\text{cm}^3$ . El número máximo de conductores se debe calcular mediante el mismo procedimiento para conductores similares en cajas distintas a las normalizadas. Las cajas de paso se deben sujetar de modo que queden rígidas y seguras. (Artículo 370 Sección 16 Subsección (c))

7.6.3 En paredes y techos las cajas se deben instalar de modo que su borde delantero no quede más de 6mm por debajo de la superficie terminada. (Artículo 370 Sección 20)

7.6.4 Las cajas deben estar rígidamente sujetas de acuerdo a lo indicado en el Artículo 370 Sección 23.

7.6.5 Ninguna caja de salida debe tener una profundidad inferior a 12,7 mm. Las cajas proyectadas para contener dispositivos que queden a nivel deben tener una profundidad interior no menor que 23.8 mm. (Artículo 370 Sección 24)

7.6.6 Las cajas de salida para alumbrado deben instalar de modo que se pueda conectar el dispositivo de alumbrado. (Artículo 370 Sección 27 Subsección (a))

7.6.7 Las cajas de salida situadas en el piso deben ser aprobadas y listadas específicamente para esta aplicación.

7.6.8 Las cajas y cajas de paso que se utilizan como cajas de empalmes o de paso deben cumplir con el Artículo 370 Sección 28 de la NOM-001-SEDE-2005.

7.6.9 Las cajas de paso y las cajas de empalmes, de derivación y de salida se deben instalar de tal manera que los cables contenidos dentro de las mismas sean accesibles sin tener que quitar ninguna parte del edificio o en las instalaciones subterráneas, sin tener que excavar las aceras, el pavimento, la tierra u otra sustancia que constituya el acabado de la superficie.



## 7.7 Soporte tipo charola para cables

7.7.1 Se permite la instalación en soporte tipo charola para cables en las condiciones establecidas en sus respectivos artículos de la NOM-001-SEDE-2005, para los siguientes casos:

- 1) Cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral. (Artículo 330)
- 2) Tubo (conduit) no metálico. (Artículo 331)
- 3) Cables armados tipo AC. (Artículo 333)
- 4) Cables con armadura metálica. (Artículo 334)
- 5) Cables con cubierta no metálica. (Artículo 336)
- 6) Cables multiconductores para entrada de acometida. (Artículo 338)
- 7) Cables multiconductores para alimentadores y circuitos derivados subterráneos. (Artículo 339)
- 8) Cables de energía y control para uso en soporte tipo charola. (Artículo 340)
- 9) Cables de instrumentos para uso en soporte tipo charola
- 10) Cables de baja energía para uso en soporte tipo charola. (Artículo 725 Secciones 50, 51 y 53)
- 11) Otros cables multiconductores de energía, señales y control montados en fábrica, específicamente aprobados para su instalación en soportes tipo charola para cables
- 12) Cables monoconductores tipos THW-LS, THHW-LS, XHHW-LS, cables sin contenido de halógenos, para interiores o exteriores donde se requiera mayor protección contra la propagación de incendio y de baja emisión de humos. Cuando no se requieran las características anteriores pueden usarse conductores con aislamiento tipo THHN y THWN. (Artículo 310)

Los conductores o cables para uso en soportes tipo charola deben ser aprobados para ese uso e identificados con el marcado CT. Los conductores o cables que quedan expuestos a los rayos del sol deben ser aprobados como resistentes a los rayos solares e identificados con el marcado SR.

- 13) Tubo (conduit) metálico tipo semipesado. (Artículo 345)
- 14) Tubo (conduit) metálico tipo pesado. (Artículo 346)
- 15) Tubo (conduit) no metálico tipo pesado. (Artículo 347)
- 16) Tubo (conduit) metálico tipo ligero. (Artículo 348)



- 17) Tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero. (Artículo 349)
- 18) Tubo (conduit) metálico flexible. (Artículo 350)
- 19) Cables de fibra óptica. (Artículo 770)
- 20) Tubo (conduit) flexible hermético a los líquidos metálico y no metálico. (Artículo 351)

Los cables monoconductores instalados en los soportes tipo charola deben ser de  $21.2 \text{ mm}^2$  (4 AWG) o mayor.

En soportes tipo escalera la separación de los travesaños debe ser de 23 cm como máximo cuando se instalen cables monoconductores de  $53.5 \text{ mm}^2$  (1/0 AWG) a  $107 \text{ mm}^2$  (4/0 AWG) y de 16 cm como máximo cuando se instalen cables de tamaños menores a  $53.5 \text{ mm}^2$  (1/0 AWG) hasta  $21.2 \text{ mm}^2$  (4 AWG). (Artículo 318 Sección 3)

7.7.2 No se debe utilizar sistemas de soporte tipo charola para cables en cubos de elevadores o donde puedan estar sujetos a daño físico severo, en espacios de manejo de aire ambiental ni como conductor de puesta a tierra de equipos. (Artículo 318 Sección 4)

7.7.3 Se permite que los soportes tipo charola se prolonguen a través de paredes, pisos y plataformas. Alrededor de los soportes se debe dejar espacio suficiente para dar mantenimiento a los cables en su interior. (Artículo 318 Sección 6)

7.7.4 Los soportes tipo charola deben contar con una conexión de puesta a tierra por medio de un cable desnudo en toda la extensión del sistema de soporte tipo charola sujetado firmemente por conectores metálicos con tornillos a intervalos no mayores de 15 m. el tamaño nominal del conductor se determinara debe basarse en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito o circuitos instalados en el soporte tipo charola. (Artículo 318 Sección 7)

7.7.5 Los cables o conjuntos de cables deben fijarse firmemente y en forma segura a los travesaños de los soportes tipo charola a distancias no mayores a 70 cm. (Artículo 318 Sección 8)

7.7.6 La superficie máxima admisible de los cables multiconductores debe de cumplir con lo siguiente:

Si todos los cables son de  $107 \text{ mm}^2$  (4/0 AWG) o mayores, la suma de los diámetros de todos ellos incluyendo el aislamiento no debe superar el ancho del soporte y los cables deben ir instalados en una sola capa.

Si todos los cables son menores de  $107 \text{ mm}^2$  (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales incluyendo el aislamiento de todos los cables no debe superar la superficie máxima permisible de la columna 1 en la Tabla 318-9, para el correspondiente ancho del soporte.



Si en el mismo soporte se instalan cables de 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) o mayores con cables menores a 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales incluyendo el aislamiento de todos los cables menores a 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) no debe superar la superficie máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 318-9 para el correspondiente ancho del soporte. Los cables de 107mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) y mayores se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

Tabla 318-9.- Superficie máxima admisible de los cables multiconductores en soportes tipo escalera, tipo malla, de fondo ventilado o sólido para cables de 2 000 V nominales o menos

Ancho interior de la charola en cm	Superficie máxima admisible de los cables multiconductores en cm <sup>2</sup>			
	Soportes tipo escalera, malla o fondo ventilado, Sección 318-9(a)		Soportes para cables de fondo sólido, Sección 318-9(c)	
	Columna 1 Aplicable sólo a la Sección 318-9(a)(2) cm <sup>2</sup>	Columna 2* Aplicable sólo a la Sección 318-9(a)(3) cm <sup>2</sup>	Columna 3 Aplicable sólo a la Sección 318-9(c)(2) cm <sup>2</sup>	Columna 4* Aplicable sólo a la Sección 318-9(c)(3) cm <sup>2</sup>
15	45	45 - (3 Sd)**	35	35 - 2,5 Sd
21	68	68 - (3 Sd)	52	52 - 2,5 Sd
30	90	90 - (3 Sd)	70	70 - 2,5 Sd
45	135	135 - (3 Sd)	106	106 - 2,5 Sd
60	180	180 - (3 Sd)	142	142 - 2,5 Sd
75	225	225 - (3 Sd)	177	177 - 2,5 Sd
90	270	270 - (3 Sd)	213	213 - 2,5 Sd

\*La superficie máxima admisible de las columnas 2 y 4 se debe calcular. Por ejemplo, la superficie máxima admisible, en mm<sup>2</sup>, de un soporte tipo charola para cables de 15 cm de ancho de la columna 2, debe ser 45 - (3 Sd)

\*\*La expresión Sd de las columnas 2 y 4 es la suma de diámetros en cm de todos los cables multiconductores de 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) y mayores instalados en el mismo soporte tipo charola con cables más pequeños.

Nota: Para anchos de soportes no incluidos en la tabla, interpolar los valores.

7.7.7 La superficie máxima admisible de los cables monoconductores debe de cumplir con lo siguiente:

Si todos los cables son de 507 mm<sup>2</sup> (1 000 kcmil) o mayores, la suma de los diámetros de los cables incluyendo el aislamiento no debe superar el ancho del soporte tipo charola.



Si todos los cables son de 127 mm<sup>2</sup> (250 kcmil) a 507 mm<sup>2</sup> (1 000 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento no debe superar la superficie máxima permitida en la Columna 1 de la Tabla 318-10, para el ancho correspondiente del soporte.

Si hay instalados en la misma charola cables monoconductores de 507 mm<sup>2</sup> (1 000 kcmil) o mayores con cables monoconductores menores a 507 mm<sup>2</sup> (1 000 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento menores a 507 mm<sup>2</sup> (1 000 kcmil) no debe superar la superficie máxima admisible resultante del cálculo de la Columna 2 de la Tabla 318-10, para el ancho correspondiente del soporte.

Cuando cualquiera de los cables instalados sea de 21,2 mm<sup>2</sup> (4 AWG) a 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), la suma de los diámetros de todos los cables monoconductores incluyendo el aislamiento no debe superar el ancho del soporte.

TABLA 318-10.- Superficie máxima admisible de los cables monoconductores en soportes tipo escalera, malla, de canal ventilado para cables de 2 000 V nominales o menos

Ancho interior de la charola (cm)	Superficie máxima admisible de los cables monoconductores (cm <sup>2</sup> )	
	Columna 1 Aplicable sólo a la Sección 318-10(a)(2)	Columna 2 aplicable sólo a la Sección 318-10(a)(3)
15	42	42 - (2,8 Sd) **
23	61	61 - (2,8 Sd)
30	84	84 - (2,8 Sd)
45	125	125 - (2,8 Sd)
60	168	168 - (2,8 Sd)
75	210	210 - (2,8 Sd)
90	252	252 - (2,8 Sd)

\*La superficie máxima admisible de la Columna 2 se debe calcular. Por ejemplo, la superficie máxima admisible, en cm<sup>2</sup>, de una charola de 15 cm de ancho de la Columna 2, debe ser 42 - (2,8 Sd)

\*\*La expresión Sd de la columna 2 es la suma de diámetros en cm de todos los cables monoconductores de 507mm<sup>2</sup> (1 000 kcmil) y mayores instalados en la misma charola con cables más pequeños.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA



Capítulo 7      Canalizaciones

---



## 8. Tableros de alta y baja tensión

### 8.1 Introducción

Debido al crecimiento de las instalaciones universitarias es necesario unificar los criterios de selección e instalación de tableros para la distribución de la energía eléctrica en las instalaciones.

### 8.2 Objetivo

Proporcionar al proyectista de las instalaciones eléctricas de los inmuebles de la UNAM, los criterios específicos que se deben cumplir en la selección de tableros de alta y baja tensión.

### 8.3 Tableros de alta tensión

Para tableros de alta tensión véase el capítulo de Subestaciones eléctricas.

### 8.4 Tableros de baja tensión

#### 8.4.1 Generalidades

a. Para localizar los tableros, debe dividirse el edificio en zonas que agrupen servicios semejantes, con objeto de proporcionar un control independiente a las zonas que difieren en sus necesidades, ajustándose a lo siguiente:

- Lo más cerca posible al centro de carga de la zona o un radio no mayor de 25 m.
- Dentro de locales que a ninguna hora deben cerrarse con llave, o en zonas de servicio.
- Agrupados en pares, uno normal y otro de emergencia; si es que existe en el sistema. Cuando las necesidades del servicio obliguen a localizar los tableros a gran distancia uno del otro, pueden agruparse en tableros subgenerales.
- Que la posición de los muros de los tableros, no sea coincidente con las traveses, para modificaciones y aumentos futuros de líneas de alimentación.

b. En todos los proyectos eléctricos deben seleccionarse tableros que cumplan la NOM correspondiente además deberá ser consultado con la DGO y C de la UNAM.



c. Las especificaciones mínimas para definir un tablero son:

- El número de circuitos de un polo; el máximo permitido será de 42.
- La capacidad de las zapatas y/o del interruptor principal en amperes.
- La tensión eléctrica que maneja.
- El tipo de montaje, este puede ser sobrepuesto, empotrado o autosoportado.
- El NEMA correspondiente a las condiciones ambientales del lugar donde se instalará.

d. En todos los tableros considerar el 25% de espacios libres para cargas futuras.

e. Todos los tableros deben seleccionarse con interruptor principal.

f. Deben seleccionarse preferentemente tableros trifásicos, para evitar en lo posible desbalances en las líneas de alimentación, con barra neutra, con la tierra física y/o con la barra de tierra aislada en caso de existir.

g. Los sistemas de energía (servicio normal, emergente, corriente regulada y fuerza), cada uno de estos deberá contar con un tablero independiente.

#### 8.4.2 Tableros autosoportados

a. Deben ubicarse en locales o ductos de instalaciones especialmente diseñados para tal efecto sin que se ubique o aloje cualquier otro tipo de instalación o material y contar con acceso solo para el personal de mantenimiento.

b. Debe considerarse como mínimo un espacio libre de 0.80 m. alrededor de los tableros y una altura libre de piso a techo de 2.7 m, para fines de operación y mantenimiento.

#### 8.4.3 Tableros de montaje en muro (sobrepuesto o empotrado)

a. Deben ubicarse en áreas con acceso solo para el personal de mantenimiento.

b. Debe considerarse como mínimo un espacio de 0.80 m, al frente del tablero para fines de operación y mantenimiento.



### 8.5 Artículos mínimos requeridos de la NOM-001-SEDE-2005.

A continuación se enlistan los Artículos considerados como los mínimos requeridos para complementar los diseños de esta especialidad en los inmuebles que diseña, construye, opera y conserva la UNAM:

8.5.1 Todos los tableros de distribución y tableros de alumbrado y control instalados para el control de circuitos de alumbrado y fuerza, y los tableros para carga de baterías alimentados desde circuitos de alumbrado o fuerza. (Artículo 284 Sección 1)

8.5.2 Otros Artículos aplicables ligados directamente a los tableros de distribución estos se detallan en el Artículo 384 Sección 2 de la NOM-001-SEDE-2005:

8.5.2.1 Soportes e instalación de las barras colectoras y de los conductores. Artículo 384 Sección 3 con todas sus Subsecciones.

8.5.2.2 El equipo cubierto por el Artículo 384 y los centros de control de motores deben estar ubicados en lugares específicos para este equipo y protegidos contra los daños de los que tratan las Subsecciones a) y b) del Artículo 384 Sección 4.

8.5.2.3 Los tableros de distribución que tengan partes vivas expuestas, deben estar ubicados en lugares permanentemente secos, donde estén vigilados y sean accesibles sólo a personas calificadas. (Artículo 384 Sección 5)

8.5.2.4 La instalación de los tableros de distribución en lugares húmedos o mojados debe cumplir con lo establecido en el Artículo 373 Sección 2 Subsección (a)

8.5.2.5 No deben colocarse tableros de distribución en baños, áreas de vestidores y donde haya la posibilidad de operarlos con pies desnudos y/o piso mojado. (Artículo 384 Sección 6)

8.5.2.6 Para la ubicación de tableros con relación a materiales fácilmente combustibles. Deberá cumplirse con el Artículo 384 Sección 7.

8.5.2.7 Las separaciones entre tableros deberán ser conforme a lo que establece el Artículo 384 Sección 8.

8.5.2.8 El aislamiento de los conductores que se utilice dentro de un tablero de distribución debe estar aprobado y listado, ser resistente a la propagación de la flama y tener una tensión eléctrica nominal no menor que la que vaya a soportar y no menor que la tensión eléctrica aplicada a otros conductores o barras colectoras con las que pueda estar en contacto. (Artículo 384 Sección 9)

8.5.2.9 La separación de conductores que entran en envolventes de barras colectoras serán las distancias mencionadas en el Artículo 384 Sección 10.

8.5.2.10 Los marcos de los tableros de distribución y las estructuras que soporten los elementos de desconexión, deben estar puestos a tierra según el Artículo 384 Sección 11.



8.5.2.11 Los instrumentos, relevadores, medidores y transformadores de instrumentos instalados en los tableros de distribución se deben poner a tierra como se especifica en el Artículo 250 Sección 121 al Artículo 250 Sección 125 de la NOM-001-SEDE-2005, según se indica en el Artículo 384 Sección 12.

8.5.2.12 Los tableros de alumbrado y control deben estar marcados de forma duradera por el fabricante con su capacidad de conducción de corriente y tensión eléctrica nominales, el número de fases para los que están proyectados y el nombre del fabricante o marca comercial, de manera visible tras su instalación y sin que las marcas estorben la distribución o cableado interior. Todos los circuitos de un tablero de alumbrado y control y sus modificaciones, deben identificarse de manera legible en cuanto a su finalidad o uso, en un directorio situado en el frente de la puerta del panel gabinete o en su interior. (Artículo 384 Sección 13)

8.5.2.13 Un tablero de alumbrado y control de circuitos derivados de alumbrado y aparatos eléctricos es el que tiene más de 10% de sus dispositivos de protección contra sobrecorriente de 30 A nominales o menos, con conexiones para el neutro. (Artículo 384 Sección 14)

8.5.2.14 En un gabinete o caja para cortacircuitos no se deben instalar más de 42 dispositivos de sobrecorriente alimentados de la misma barra conductora (además del principal de alimentación) para circuitos derivados de alumbrado y aparatos eléctricos. (Artículo 384 Sección 15)

8.5.2.15 En cuanto a la protección contra sobrecorriente se deberán cumplir los incisos mencionados en el Artículo 384 Sección 16.

8.5.2.16 La instalación de tableros de alumbrado y control en lugares húmedos o mojados debe cumplir con lo establecido en el Artículo 373 Sección 2 Subsección (a). (Artículo 384 Sección 17)

8.5.2.17 Los tableros de alumbrado y control deben instalarse en gabinetes, cajas para cortacircuitos o envolventes diseñadas para ese uso, debiendo ser de frente muerto como se menciona en el Artículo 384 Sección 18.

8.5.2.18 En los tableros de alumbrado y control, los fusibles de cualquier tipo deben instalarse en el lado de la carga de cualquier tipo de desconectador. (Artículo 384 Sección 19)

8.5.2.19 En cuanto a la Puesta a tierra de los tableros de alumbrado y control se deberá cumplir con lo mencionado en el Artículo 384 Sección 20.

8.5.2.20 Los paneles de los tableros de distribución deben ser de material no combustible y resistente a la humedad. (Artículo 384 Sección 30)

8.5.2.21 Las barras colectoras aisladas o desnudas deben estar rígidamente montadas. (Artículo 384 Sección 31)

8.5.2.22 Los instrumentos, luces piloto, transformadores y otros dispositivos de los tableros de distribución que puedan tener devanados deben estar alimentados por un circuito que esté protegido por dispositivos de sobrecorriente de 15 A nominales o menos. (Artículo 384 Sección 32)



8.5.2.23 Los desconectores, fusibles y portafusibles utilizados en los tableros de alumbrado y control deben cumplir los requisitos aplicables de los Artículos 240 y 380. (Artículo 384 Sección 33)

8.5.2.24 Las navajas expuestas de los desconectores de cuchilla deben quedar sin potencial eléctrico cuando se abran como se menciona en el Artículo 384 Sección 34.

8.5.2.25 La envolvente de un tablero de alumbrado y control debe tener un espacio arriba y otro abajo para el doblado de los cables, este espacio será designado como se menciona en el Artículo 384 Sección 35.

8.5.2.26 La separación mínima entre las partes metálicas desnudas, barras colectoras, etcétera, se deberán asignar como se menciona en el Artículo 384 Sección 36.

### 8.5.3 Tableros para subestaciones.

La localización y accesibilidad de los tableros deberán cumplir con los siguientes incisos:

- a) Los tableros deben colocarse donde el operador no esté expuesto a daños por la proximidad de partes vivas o partes de maquinaria o equipo en movimiento.
- b) No debe haber materiales combustibles en la cercanía.
- c) El espacio alrededor de los tableros debe conservarse despejado y no usarse para almacenar materiales.
- d) El equipo de interruptores debe estar dispuesto de forma que los medios de control sean accesibles al operador. (Artículo 924 Sección 9)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA



Capítulo 8      Tableros de alta y baja tensión

---



## 9. Transformadores

### 9.1 Definición

La palabra “transformador” se entiende como un transformador individual de una o múltiples fases, identificado por una sola placa de datos a menos que se identifique de otra forma en este Artículo.

### 9.2 Selección de transformadores

Se deben seleccionar para una capacidad igual al producto de la carga instalada por un factor de demanda del 0.6, más un 25% por incremento de cargas a futuro.

### 9.3 Capacidad

La capacidad máxima de los transformadores será de 1000 KVA; cuando se requieran capacidades mayores, se instalará el número de transformadores necesarios, procurando que éstos sean de la misma capacidad.

### 9.4 Medio aislante

No se permite el uso de bifenilopoliclorados –PCB (Askarel) como medio aislante en transformadores.

### 9.5 Uso de transformadores de baja tensión

En el caso de que la subestación se encuentre a una distancia alejada de la carga se podrá utilizar un transformador de baja tensión para transportar la energía, de esta manera evitar pérdidas eléctricas y caída de tensión.

### 9.6 Contenedores de aceite

Los transformadores sumergidos en aceite deberán contar con un sistema de drenado por si se presenta una fuga de aceite. La capacidad del contenedor deberá ser de por lo menos la cantidad de litros que tiene el transformador o los transformadores si es que se cuenta con mas de uno en la bóveda.



### 9.7 Transformadores tipo poste y tipo subestación

Los transformadores de distribución tipo poste y tipo subestación sumergidos en líquido aislante y autoenfriados tendrán que cumplir con la norma NMX-J-116-ANCE-2005 o la mas reciente.

### 9.8 Transformadores tipo pedestal

Los transformadores tipo pedestal tendrán que cumplir con la norma NMX-J-285-ANCE-2005 o la mas reciente.

### 9.9 Transformadores de distribución y potencia tipo seco

Los transformadores de distribución y potencia tipo seco deberán cumplir con lo que marca la norma NMX-J-351-ANCE-2005 o la mas reciente.

Nota: Para duda, aclaración o situación no prevista deberá consultarse a la DGO y C

### 9.10 Artículos mínimos requeridos de la NOM-001-SEDE-2005.

9.10.1 En la protección contra sobrecorriente de los transformadores se permite que el dispositivo de protección en el secundario consista de no más de seis interruptores automáticos o no más de seis juegos de fusibles agrupados en un solo lugar. Cuando se usen varios dispositivos contra sobrecorriente, el valor total de todas las capacidades o ajustes de estos dispositivos, no debe exceder el valor que se permita para un solo dispositivo de sobrecorriente. Si se instalan tanto interruptores automáticos como fusibles, el valor total de todas las capacidades o ajustes de estos dispositivos, no debe exceder el valor que se permita para fusibles. Para mas referencias consultar el Artículo 450 Sección 3 de la NOM-001-SEDE-2005.

9.10.2 Los transformadores se deben proteger considerando su protección mecánica, su envolvente o cubierta, las partes energizadas expuestas y advertencias de la tensión eléctrica como se menciona en el Artículo 450 Sección 8.

9.10.3 La ventilación debe ser adecuada para disipar las pérdidas a plena carga del transformador, sin que se produzca un aumento de temperatura que exceda la nominal del transformador. (Artículo 450 Sección 9)



9.10.4 Las partes metálicas de las instalaciones de transformadores, que no transporten corriente y estén expuestas deben conectarse a tierra de acuerdo al Artículo 450 Sección 10 de la NOM-001-SEDE-2005 y a lo indicado en el Capítulo de Sistemas de Tierra, de esta Norma.

9.10.5 Los transformadores y bóvedas de transformadores deben ser fácilmente accesibles al personal calificado para inspección y mantenimiento como se menciona en el Artículo 450 Sección 13.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA



Capítulo 9 Transformadores

---



## 10. Sistemas de Emergencia

### 10.1 Introducción

Los sistemas de emergencia son de vital importancia dentro de las instalaciones eléctricas. Estos sistemas proporcionan energía eléctrica de respaldo (principalmente en contactos y alumbrado) cuando no se tiene la energía normal de suministro ya sea por fallas eléctricas o por factores que impidan la alimentación hacia el sistema.

Los sistemas de emergencia deben diseñarse para lugares donde la iluminación artificial es necesaria, para que las vías de desalojo sean seguras, y para proveer de energía a los equipos donde la interrupción del servicio ocasiona riesgos a la integridad de la vida humana; así como para proteger procesos de investigación e informática en donde se requiere un servicio continuo.

### 10.2 Objetivo

Proporcionar al proyectista de las instalaciones eléctricas de los inmuebles de la UNAM, los criterios específicos que se deben cumplir en el proyecto y la integración de los diferentes sistemas de emergencia, haciendo un uso adecuado de la energía.

### 10.3 Planta de emergencia

#### 10.3.1 Características del local

- a. El local será destinado especialmente para la Planta de Emergencia.
- b. Será de acuerdo a las dimensiones de la planta y a su capacidad, según lo estipulado en el Artículo 445 Sección 2 de la NOM-001-SEDE-2005.
- c. Debe aislarse acústicamente para obtener un valor máximo de 75 decibeles en el interior del local, y no permitir salir ruido al exterior del mismo.
- d. Debe contar con ventilación necesaria para asegurar la expulsión del aire caliente del radiador al exterior, cumpliendo con el Artículo 430 Sección 14 Subsección (a) de la NOM-001-SEDE-2005.
- e. Debe contar con una toma de aire fresco del exterior al 100% con un área mínima de 2.00 m<sup>2</sup>, la cual estará ubicada en el muro opuesto o lateral a la descarga del aire caliente del radiador.
- f. Debe considerarse un espacio mínimo de 0.80 m a los costados y en la parte trasera de la planta con respecto a los muros.
- g. La altura mínima del piso a la losa debe ser de 2.90 m.



- h. Debe considerarse el alumbrado del local con un nivel de 200 luxes.
- i. El alumbrado del local, así como el tomacorriente de servicio deben estar conectados al tablero de emergencia.
- j. Debe contener una base de concreto armado que sobresalga 0.10 m del nivel de piso terminado del local, y las dimensiones deben ser a la planta de emergencia, y aislada del piso para no transmitir ninguna vibración a este o a la estructura, a través de los amortiguadores tipo resorte. La base de concreto deberá ser diseñada por el proyectista civil y deberá ser independiente de la estructura del suelo terminado.
- k. Debe contar con una puerta de acceso que comunique con el exterior para maniobras, con un ancho de 2.0 m.
- l. En la construcción de los muros del local se debe considerar la preparación para la salida del tubo de escape.
- m. El acabado final del local debe ser muro de tabique y losa de concreto, o lo que indique la DGO y C.
- n. La ubicación del local debe ser anexo al local de la subestación eléctrica, comunicados por una puerta de 0.90 m. de ancho.

#### 10.3.2 Componentes principales de la planta de emergencia.

- a. Motor de combustión interna.
- b. Generador.
- c. Sistema de transferencia.
- d. Sistema de control automático.
- e. Tanque de día.
- f. Sistema de escape.



### 10.3.3 Cálculo para selección de equipo y capacidad del sistema.

a. Se debe determinar la capacidad de la planta en kW continuos, tomando como referencia la demanda máxima de las cargas conectadas en servicio de emergencia, las cuales se consideran bajo los siguientes criterios:

- Alumbrado: 50% (o según las condiciones de seguridad que establezca cada dependencia de la UNAM)
- Contactos en laboratorios: 50% (o según las necesidades establecidas por cada dependencia de la UNAM)
- Equipos de investigación que requieren servicio continuo: 100%
- Elevadores: 100%
- Equipos de bombeo agua potable y aguas negras: 100%
- Equipos de cómputo, ya sea de uso administrativo o de investigación (según las necesidades establecidas por cada dependencia de la UNAM)
- Sistema ininterrumpible de energía: 100%
- Reserva de posible crecimiento: calculada según las características y necesidades propias de cada dependencia de la UNAM en coordinación con la DGO y C.

Nota: Para casos especiales consultar a la Dirección de Proyectos de la DGO y C.

b. El equipo del sistema de emergencia debe ser adecuado para soportar la máxima corriente eléctrica de falla en sus terminales según lo establece el Artículo 700 Sección 5 Subsección (a) de la NOM-001-SEDE-2005.

c. La capacidad determinada de la planta, debe corregirse de acuerdo a la altitud del sitio donde se instalará (altura sobre el nivel medio del mar)

d. El tipo de conectores o zapatas a utilizar, debe ser de acuerdo al calibre del conductor y el equipo que se va a instalar.



#### 10.3.4 Características del equipo

##### 10.3.4.1 Características de operación:

- a. Capacidad en servicio continuo kVA/kW, tensión, frecuencia y número de fases.
- b. Tipo de operación: manual o automática.
- c. Tipo de combustible: diesel o gas.
- d. Tipo de motor: 4 (cuatro) tiempos de combustión interna.
- e. Tipo de generador: síncrono sin escobillas.
- f. Características con respecto a la altura sobre el nivel medio del mar, donde se instalará el equipo.

##### 10.3.4.2 Protecciones que debe tener el motor de combustión interna:

- a. Sobrevelocidad.
- b. Largo tiempo de arranque.
- c. Alta temperatura.
- d. Baja presión de aceite.

10.3.4.3 Los generadores deben estar protegidos por diseño contra sobrecargas, basándose en interruptores automáticos, fusibles u otro medio aceptable que proporcione adecuada protección contra sobrecorriente. (Artículo 445 Sección 4 Subsección (a) de la NOM-001-SEDE-2005)

10.3.4.4 Cada generador debe tener una placa de datos en la que se indique, nombre del fabricante, frecuencia nominal, factor de potencia, número de fases para c.a., régimen nominal en kW o kVA, tensión y corriente eléctricas nominales y las revoluciones nominales por minuto, la clase de aislamiento, la temperatura ambiente nominal o el aumento de temperatura nominal y su tiempo nominal de funcionamiento. (Artículo 445 Sección 3 de la NOM-001-SEDE-2005.)



10.3.4.5 La capacidad de conducción de corriente de los conductores de fase que van desde las terminales del generador al primer dispositivo de sobrecorriente, no debe ser menor que 115% de la corriente eléctrica de placa nominal del generador, según lo establece el Artículo 445 Sección 5 de la NOM-001-SEDE-2005.

10.3.4.6 Características del tablero de control y transferencia:

- a. Número de intentos de arranque.
- b. Paro y señalización de planta por alta temperatura, baja presión de aceite, sobrevolocidad, sobrecarga, falla de arranque.
- c. Señalización de carga en normal o carga en emergencia.
- d. Señalización de operación en manual o automático.
- e. Equipo de medición para: voltaje, frecuencia, corriente, horas de trabajo.
- f. Funciones: detección de las 3 fases de la Compañía suministradora, arranque y paro de planta, retardo en el arranque de la planta, retardo en la transferencia de normal a emergencia a normal, retardo en el paro de la planta.
- g. Reloj programador para día y hora.

10.3.4.7 Características del equipo o unidad de transferencia: a base de interruptores termomagnéticos o electromagnéticos de acuerdo a la capacidad de la planta.

10.3.4.7.1 El equipo de transferencia debe cumplir además con lo siguiente:

- a) El equipo de transferencia, incluyendo los desconectadores automáticos de transferencia, debe ser automático, estar identificado para uso en emergencia y aprobado. El equipo de transferencia debe diseñarse e instalarse para prevenir la conexión inadvertida de las fuentes de alimentación normal y de emergencia, al realizar cualquier manipulación del equipo de transferencia.
- b) Se permite el uso de medios para conectar en derivación y aislar físicamente el equipo de transferencia. Cuando se utilicen desconectadores de aislamiento para hacer las derivaciones, debe evitarse el funcionamiento inadvertido en paralelo.
- c) Los desconectadores de transferencia automática deben operarse eléctricamente y retenerse mecánicamente.
- d) El equipo de transferencia debe alimentar sólo a cargas de emergencia. (Artículo 700 Sección 6 de la NOM-001-SEDE-2005)



10.3.4.8 Características del silenciador: tipo hospital.

10.3.4.9 Características del tanque de combustible:

- a) Capacidad e indicador de nivel mínima para 12 horas de trabajo a plena carga.
- b) Debe contar con una tina de derrames, fabricada en concreto y diseñada para contener la capacidad total del tanque.
- c) El tanque de diario y los tubos de conexión deben ser de hierro negro, no galvanizados. La conexión del tanque deberá colocarse arriba de la conexión de combustible del motor pero abajo de los inyectores (para evitar goteos)

10.3.4.10 Características del cargador de baterías: automático.

10.3.4.11 Calibre de lámina (no menor al 14): pintura anticorrosiva a los gabinetes y equipo, color gris maquinaria.

10.3.4.12 La planta de emergencia debe instalarse sobre amortiguadores tipo resorte.

10.3.4.13 Las conexiones a la máquina deben hacerse con tubo flexible

10.3.5 Siempre que sea posible deben instalarse dispositivos de señalización audible y visual, para los propósitos siguientes:

- a) Avería. Para indicar avería de la fuente de emergencia
- b) Alimentación de carga. Para indicar que la batería o el generador están funcionando con carga.
- c) No funcionando. Para indicar que el cargador de baterías no está funcionando.
- d) Falla a tierra, según lo establecido en el Artículo 700 Sección 7 de la NOM-001-SEDE-2005.

10.3.6 Las plantas de emergencia, en lo general, deben de cumplir con el Artículo 700 Sección 12 Subsección (b) de la NOM-001-SEDE-2005. La integración y compatibilidad de los sistemas de emergencia son responsabilidad del proyectista.



## 10.4 Fuente de Energía Ininterrumpible (UPS)

### 10.4.1 Características del local

- a. Debe considerarse un local cerrado exclusivo para este tipo de equipo, ubicado lo más cerca posible a las cargas por alimentar.
- b. Debe contar con equipo de aire acondicionado que proporcione una temperatura de 18 a 22°C.
- c. Las dimensiones del local deben ser de acuerdo a las dimensiones del equipo, considerando un espacio de 1.00 m en la parte posterior y lateral y de 2.00 m. en el frente.
- d. Debe colocarse sobre una base de concreto armado, con un peralte mínimo de 0.10 m.
- e. Debe contar con un nivel de iluminación de 200 luxes, un tomacorriente para 30A, 3 fases, un contacto de tensión regulada, una barra de tierra física y una tierra electrónica localizados en muro y a 0.40 m del n.p.t.
- f. Debe aislarse acústicamente para obtener un valor máximo de 75 decibeles dentro del local.
- g. Cuando el local se ubique en planta baja, las canalizaciones deben ser subterráneas.

### 10.4.2 Componentes principales del sistema de energía ininterrumpible:

Con Planta de Emergencia	Sin Planta de Emergencia
Suministro normal de energía eléctrica	Suministro normal de energía eléctrica
Planta generadora diesel de emergencia	Rectificadores de CA a CD
Equipo de transferencia automática	Banco de baterías
Rectificadores de CA. a CD	Reguladores de tensión
Banco de baterías	Inversores de CD a CA
Reguladores de tensión	Cargador de baterías
Inversores de CD a CA	Supresor de picos
Cargador de baterías	Protección del equipo
Supresor de picos	Señalización
Protección del equipo	Alarmas
Señalización	Interruptor doble tiro
Alarmas	&



#### 10.4.3 Cálculo para selección de equipo.

a. Se debe determinar la carga en Volts-Ampere y considerar el factor de demanda de 1.0 para los equipos de cómputo e investigación soportados por el UPS.

Nota: Para casos especiales consultar con la Dirección de Proyectos de la DGO y C de la UNAM.

b. En la selección del equipo deben considerarse las condiciones ambientales del lugar donde se va a instalar.

#### 10.4.4 Características del equipo:

10.4.4.1 Las características de operación a especificar serán: tensión de entrada y salida, capacidad en kVA, número de fases, tiempo de respaldo, frecuencia, % de distorsión de armónicas y exactitud de regulación.

10.4.4.2 Los equipos de suministro de energía ininterrumpible deben ser del tipo doble rectificador.

10.4.5 Los sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) deben cumplir con lo establecido en el Artículo 700 Sección 12 Subsecciones (a) y (b) de la NOM-001-SEDE-2005.

#### 10.5 Alumbrado de Emergencia

10.5.1 En los casos en que exista planta de emergencia, las luminarias para el alumbrado de emergencia deben ser las mismas que proporcionan el alumbrado normal.

10.5.2 En los casos en que no exista planta de emergencia, debe incluirse en el proyecto el uso de luminarias de alumbrado fluorescente con batería de respaldo o equipo unitario.

El equipo unitario para alumbrado de emergencia debe estar conformado por lo siguiente:

- 1) una batería recargable;
- 2) los medios para la carga de baterías;
- 3) la instalación para una o más lámparas montadas en el equipo y, opcionalmente, terminales para lámparas remotas; y
- 4) un relevador para energizar automáticamente a las lámparas, al fallar el suministro normal al equipo unitario. (Artículo 700 Sección 12 Subsección (e) de la NOM-001-SEDE-2005)



### 10.5.3 Criterios para ubicar las luminarias de emergencia:

- a. En pasillos y escaleras, donde se debe suministrar un mínimo de 20 luxes.
- b. En sanitarios, auditorios, bibliotecas o áreas de consulta, ubicadas específicamente para señalar las rutas de evacuación.

10.5.4 El alumbrado de emergencia debe incluir todos los medios necesarios para el alumbrado de las salidas, las señales indicadoras de las salidas y todas las demás luces específicas necesarias para conseguir un alumbrado adecuado.

Los sistemas de alumbrado de emergencia deben diseñarse e instalarse de forma que la falla de un elemento cualquiera del alumbrado, como es el caso de una lámpara fundida, no pueda dejar en total oscuridad al área que requiera alumbrado de emergencia. (Artículo 700 Sección 16 de la NOM-001-SEDE-2005)

### 10.5.5 Características de las luminarias para alumbrado de emergencia:

- a. Unidad de iluminación fluorescente de 2 x 32 Watts, 127 Volts con batería de respaldo mínimo para 20 minutos.
- b. Unidades a base de baterías

10.5.6 A los circuitos de alumbrado de emergencia no deben conectarse aparatos eléctricos ni lámparas que no sean los especificados como necesarios para su utilización en estos servicios (Artículo 700 Sección 15 de la NOM-001-SEDE-2005)

## 10.6 Equipos a conectar al Sistema de Emergencia

10.6.1 Los equipos a conectar al sistema de emergencia serán los que se consideren como críticos para el desarrollo de las actividades de la dependencia, para lo cual deberá conciliarse con la propia dependencia y la Dirección de Proyectos de la DGO y C; algunos ejemplos de estos equipos son:

- a) Refrigeradores
- b) Congeladores
- c) Ultracongeladores
- d) Incubadoras



- e) Campanas de extracción
- f) Servidores de cómputo
- g) Equipos de aire acondicionado
- h) Equipos de bombeo de agua potable
- i) Equipos de bombeo de aguas negras

#### 10.7 Especificaciones generales de alambrado de sistemas de emergencia.

10.7.1 Todas las cajas y envolventes de los circuitos de emergencia (incluyendo desconectores de transferencia, generadores y tableros de distribución) deben marcarse permanentemente de forma que puedan identificarse fácilmente como pertenecientes a un sistema o circuito de emergencia. (Artículo 700 Sección 9 Subsección (a) de la NOM-001-SEDE-2005)

10.7.2 El alambrado desde la fuente de emergencia o desde la protección contra sobrecorriente de la fuente del sistema de distribución de emergencia hasta las cargas, debe mantenerse completamente independiente de cualquier otro alambrado y equipos, según lo marca el Artículo 700 Sección 9 Subsección (b) de la NOM-001-SEDE-2005.

10.7.3 Los circuitos derivados que alimenten equipo clasificado como de emergencia, deben contar con una fuente de alimentación a la cual pueda transferirse automáticamente la carga de esos equipos cuando falle el suministro normal (Artículo 700 Sección 18 de la NOM-001-SEDE-2005)

10.7.3 Todos los desconectores manuales que controlen circuitos de emergencia, deben ubicarse en lugares accesibles a las personas autorizadas responsables de su control, según lo establece el Artículo 700 Sección 21 de la NOM-001-SEDE-2005.

10.7.4 Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados en circuitos de emergencia, deben ser accesibles solamente a personas calificadas (Artículo 700 Sección 25 de la NOM-001-SEDE-2005)



## 11. Subestaciones

### 11.1 Introducción

Las subestaciones eléctricas son parte fundamental para la distribución y utilización de la energía eléctrica. Debido a las cargas eléctricas de los edificios de la UNAM, el uso de estos equipos es indispensable, por lo que es necesario establecer los criterios para selección del tipo y capacidad de los mismos.

Estos criterios se establecen tomando en consideración los requisitos que para este tipo de equipos establece la NOM-001-SEDE-2005, así como las características y necesidades de la UNAM.

### 11.2 Objetivo

Proporcionar al proyectista de las instalaciones eléctricas de los inmuebles de la UNAM, los criterios específicos que deben de cumplir los proyectos relacionados con las subestaciones eléctricas.

### 11.3 Generalidades

11.3.1 Cuando se construya un edificio nuevo, la DP de la DGO y C debe efectuar un estudio técnico-económico, considerando el costo de equipos, materiales, obra civil y mano de obra, para determinar la conveniencia de alimentar en alta tensión o en baja tensión, así como la trayectoria de la acometida.

11.3.2 Debe proyectarse un local, especialmente, para alojar a la subestación que cumpla con los Artículos 923 Sección 3 y 924 Secciones 4, 5, 6, 7 y 8 de NOM-001-SEDE-2005 y con el punto 9.6 de esta norma.

11.3.3 La instalación del equipo eléctrico que integra la subestación debe cumplir con lo especificado en el Artículo 924 Secciones 17, 18, 19, 20, 21 y 22 de la NOM-001-SEDE-2005. Considerar en el lado de alta tensión entre la sección del interruptor y la de acoplamiento una celda para la instalación del equipo de medición propiedad de la UNAM con la protección correspondiente.

11.3.4 Se deberá proyectar un sistema de tierras que cumpla con el Artículo 921 de la NOM-001-SEDE-2005.



#### 11.4 Subestaciones fuera de Ciudad Universitaria

11.4.1 Se deben seleccionar subestaciones compactas, servicio interior, con sección de medición, sección de cuchillas de servicio, y sección de interruptor con apartarrayos.

Excepción: Para aquellas dependencias que se ubiquen en el interior de la República, se seleccionarán subestaciones con sección de acometida, sección de cuchilla de servicio y sección de interruptor con apartarrayos.

11.4.2 Para aquellas dependencias que se ubiquen en lugares con humedades relativas mayores al 70%, se deberán seleccionar transformadores de pedestal o tipo jardín.

#### 11.5 Subestaciones dentro de Ciudad Universitaria

11.5.1 Se deben seleccionar subestaciones compactas, servicio interior, con sección de medición, sección de cuchillas de servicio, y sección de interruptor con apartarrayos, y voltaje de operación para cada sección.

11.5.2 Se debe considerar un seccionador tipo pozo, con protección por sobrecorriente, para el alimentador de la subestación nueva, cuando esta subestación se conecte a un anillo del sistema de distribución.

11.5.3 Se debe considerar un seccionador de dos vías con protección por sobrecorriente para el alimentador de la subestación nueva, cuando ésta se conecte aun circuito radial del sistema de distribución.

11.5.4 El seccionador de los Artículos 9.3.2 y 9.3.3. debe cumplir con el Artículo 924 Sección 2 de la NOM-001-SEDE-2005. La capacidad interruptiva de la protección por sobrecorriente debe estar de acuerdo con la potencia máxima de corto circuito que pueda presentarse en el lugar de la subestación.

#### 11.6 Transformadores

11.6.1 Los transformadores deben de cumplir con el capítulo 11 de Transformadores de esta Norma y con el Artículo 450 de la NOM-001-SEDE-2005.

11.6.1 Deben protegerse contra sobrecorriente de acuerdo al Artículo 450 Sección 3 de la NOM-001-SEDE-2005.

11.6.2 Deben resguardarse de acuerdo al Artículo 450 Sección 8 de la NOM-001-SEDE-2005.



11.6.3 Deben conectarse a tierra de acuerdo al Artículo 450 Sección 10 de la NOM-001-SEDE-2005 y a lo indicado en el Capítulo 14 de Sistemas de Tierra, de esta Norma.

11.6.4 Deben instalarse de acuerdo a lo indicado en el Artículo 450 Sección 13 de la NOM-001-SEDE-2005.

11.6.5 Se deben seleccionar para una capacidad igual al producto de la carga instalada por un factor de demanda del 0.6, más un 25% por incremento de cargas a futuro.

11.6.6 La capacidad máxima de los transformadores será de 500 KVA; cuando se requieran capacidades mayores, se instalará el número de transformadores necesarios, procurando que éstos sean de la misma capacidad.

Nota: Para casos especiales consultar con la DGO y C.

## 11.7 Tableros

11.7.1 Los tableros deben cumplir con los Artículos 924 Sección 9, de la NOM-001-SEDE-2005.

11.7.2 Se debe considerar un tablero general de baja tensión y los tableros de distribución necesarios para alimentar a cada uno de los tableros derivados y equipos (aire acondicionado, de bombeo, de sistema contra incendios, etc.)

11.7.3 El tablero general de baja tensión debe contener el interruptor general y el equipo de monitoreo de parámetros eléctricos.

11.7.4 Deben ser tipo autosoportados.

11.7.5 Se debe considerar un interruptor por cada circuito alimentador que se conecte al tablero de distribución.

11.7.6 Se deben diseñar placas con la leyenda del tablero o equipo que controla cada uno de los interruptores de los tableros de distribución.

11.7.7 Se debe proyectar un tablero para la carga de servicio de emergencia, con una capacidad del 60% de la carga de servicio normal y el 50% de interruptores del tablero de servicio normal.

Nota: Para casos especiales consultar a la DP de la DGO y C.

11.7.8 El tablero general de baja tensión debe contar con un espacio destinado para la instalación de equipos de medición portátiles.



11.7.9 Los armazones y las partes metálicas que no deban conducir corriente deben conectarse a tierra

11.7.10 El arreglo de las conexiones y el alambrado de los tableros deben efectuarse en un orden determinado de tal forma que su relación con el quipo sea fácilmente identificable.

11.7.11 Deben de ser de un material no inflamable y resistente a la corrosión.

## 11.8 Locales y espacios

11.8.1 El local que aloja a la subestación eléctrica debe cumplir con el Artículo 924 Sección 4 de la NOM-001-SEDE-2005.

11.8.2 Deben estar separados de cualquier otro edificio o espacio de uso diferente a subestación eléctrica, en particular de espacios como salas de grabación, auditorios, clínicas, y todos aquellos que pudieran verse afectados por la operación del equipo.

11.8.3 Deben tener espacio suficiente para alojar a la planta de emergencia.

11.8.4 El espacio para la subestación eléctrica y para la planta de emergencia deben estar separados por un muro divisorio del mismo material que el del local de la subestación.

11.8.5 Se deben considerar espacios suficientes para maniobras y labores de mantenimiento de acuerdo a lo siguiente: en los costados y en la parte posterior de la subestación compacta una separación mínima, con respecto a muros, de 1.0 m; al frente de la subestación compacta una separación mínima de 2 m, y la altura del local será la altura de equipo de la subestación más un metro.

11.8.6 Debe ubicarse a nivel de planta baja y al menos uno de los muros debe dar directamente al exterior, en una localización tal que permita incluir en el proyecto un patio de maniobras de fácil acceso desde las vialidades existentes.

11.8.7 Debe especificarse en los pisos el marcado de zonas de seguridad con pintura de esmalte, alrededor de los equipos que integran la subestación eléctrica con una superficie de 0.80 m. de ancho, color rojo, y a continuación una franja de 0.10 m. de ancho, de color amarillo.

11.8.8 Debe contar con los niveles de iluminación requeridos de acuerdo al capítulo 2 de Alumbrado de esta Norma.

11.8.9 El control de encendido y apagado de la iluminación debe efectuarse con sensor de presencia, que cuente con un interruptor para el control manual.



11.8.10 Las luminarias deben instalarse en el espacio comprendido entre el frente de la subestación eléctrica compacta y el muro frontal a ésta y entre la parte posterior de la subestación compacta y el muro posterior del local. En ningún caso deben quedar sobre los gabinetes.

11.8.11 Las luminarias deben ser del tipo sobreponer y quedar conectadas a la planta de emergencia si existe. En caso contrario se debe contar con un interruptor de doble tiro, 2 polos, 30 amperes, ubicado a un costado de la puerta de acceso, para planta de emergencia portátil.

11.8.12 En caso de que los equipos de la subestación contengan aceite se debe de proveer medios adecuados, para confinar y almacenar el aceite que pudiera escaparse del equipo mediante depósitos.

11.8.13 La puerta debe de tener un letrero en la parte exterior con la leyenda “Peligro Alta Tensión”.

### 11.9 Sistema de Tierras

11.9.1 La subestación debe tener un sistema de tierras que cumpla con el capítulo 12 de esta Norma y el Artículo 921 de la NOM-001-SEDE-2005.

11.9.2 La red de tierra de la subestación, se debe realizar con cable de cobre desnudo, interconectando por medio de conectores las mallas y varillas de tierra que la conforman. Para la interconexión de los conductores de la red de tierra, se deben utilizar conectores de compresión y para enlazar los conductores a las varillas de tierra (electrodos), se emplearan conectores soldables.

11.9.2 La resistencia eléctrica total del sistema de tierras debe conservarse en un valor menor a lo indicado en la siguiente tabla.

Resistencia ( $\Omega$ )	Tensión eléctrica máxima (kV)	Capacidad máxima del transformador (kVA)
5	mayor que 34.5	mayor que 250
10	34.5	Mayor que 250
25	34.5	250

11.9.3 Los electrodos de tierra utilizados en la red, deben interconectarse entre sí por medio de conductores desnudos.

11.9.4 Cuando no es posible reducir el valor de la resistencia de la red, se puede utilizar en las mallas o en los electrodos una combinación de materiales diversos como bentonita (arcilla) o mezclas químicas especiales formadas a base de sulfato de sodio, sulfato de cobre, sulfato de magnesio, cloruro de calcio, silicatos, carbón mineral tipo coke, grafito, yeso, que se colocan alrededor de los conductores enterrados o electrodos utilizados con el fin de incrementar la conductividad del suelo en derredor de los electrodos.



11.9.5 En caso de suelo rocoso se deben utilizar electrodos tipo reguilete, enterrados a la profundidad necesaria para obtener el mínimo valor de resistencia a tierra.

11.9.6 Las partes metálicas expuestas que no conducen corriente eléctrica, y las cubiertas metálicas de equipo eléctrico, deben conectarse a la red de tierra. Cuando se cuente con resguardos para las partes metálicas tales que impidan que se puedan tocar las partes metálicas mencionadas y simultáneamente algún otro objeto puesto a tierra, las partes metálicas que no conducen corriente pueden no conectarse a tierra.

11.9.7 Todas las fuentes de corriente de fallas a tierra deben conectarse a tierra, tales como pueden ser apartarrayos, banco de capacitores, transformadores, neutros de máquinas y circuitos de alumbrado y fuerza. Se debe evitar tener puestas a tierra aisladas de neutros en baja tensión para evitar, cuando existe una falla a tierra, que fluya corriente que provoque transferencia de tensión peligrosa en la subestación.

11.9.8 Los tubos metálicos para agua, gas y las cubiertas metálicas de cables que estén enterrados dentro del área de la subestación, deben conectarse a la red de tierra en varios puntos.

11.9.9 Los cables de control deben contar con un blindaje adecuado (pantalla) que tenga la capacidad de conducir la corriente de falla. Este blindaje debe ponerse a tierra en ambos extremos para eliminar las posibles tensiones inducidas.



## 12. Sistemas de tierra

### 12.1 Introducción

Los sistemas y circuitos eléctricos son puestos a tierra para protección de los equipos y del personal que ocupa las instalaciones.

Por otra parte, los sistemas de tierra son útiles para estabilizar la tensión a tierra en condiciones normales de operación de circuitos no balanceados. Así mismo, tan importante como tener una baja impedancia en la tierra, es referir a los diferentes circuitos (iluminación, cómputo, comunicaciones, etc.) a un plano equipotencial dado el peligro de una descarga eléctrica cuando existe una diferencia de potencial entre los circuitos.

Adicionalmente a un control de sobretensiones, la proliferación de costosos equipos de cómputo, comunicaciones y equipo de índole electrónica en general, los sistemas de tierra cobran una capital importancia para la protección y correcto funcionamiento del equipo conectado a él.

### 12.2 Objetivo

Proporcionar al proyectista de las instalaciones eléctricas de los inmuebles de la UNAM, los criterios específicos que se deben cumplir para la elaboración de los proyectos de sistemas de tierra.

### 12.3 Requisitos de diseño

12.3.1 Los inmuebles de la UNAM deben incluir en su diseño; un sistema de tierra independiente para el sistema eléctrico, otro para el sistema de pararrayos y otro para el equipo electrónico y de telecomunicaciones.

12.3.2 Los sistemas de tierra deben cumplir como mínimo con lo establecido en la NOM-001-SEDE-2005, y el libro esmeralda de IEEE, Standard 1100, 1992.

12.3.3 Los diferentes sistemas de tierra que se construyan en la UNAM deben cumplir con los siguientes valores:

Sistema de Tierras	Valor Máximo de Diseño
Eléctrico	10 $\Omega$
Electrónico	4 $\Omega$ ó el que indique el fabricante del equipo
Pararrayos	10 $\Omega$



12.3.4 Para diseñar un sistema de tierras debe realizarse un estudio previo de resistividad y área disponible de terreno, recomendando lo siguiente: Para sistemas de tierra en C.U. y terrenos rocosos debe proyectarse siempre con sistema de electrodos químicos profundos en delta (no deberá emplearse bentonita sódica en las perforaciones profundas), o con sistema radial hasta encontrar el área de disipación efectiva; en terreno de siembra con malla de electrodos a base de varillas copperweld y mejoramiento de terreno con materiales de relleno de baja resistividad; y en terrenos arenosos con electrodo químico.

12.3.5 El sistema de electrodos artificiales debe conectarse entre sí en un solo punto para evitar potenciales peligrosos, que podrían resultar de dos o más sistemas a tierra independientes entre sí.

12.3.6 El diseño debe incluir indicaciones claras de la interconexión de los sistemas de tierra y de los puntos donde se realizará dicha interconexión.

12.3.7 Cada sistema de tierra debe contar con registro de medición.

12.3.8 Toda malla o cerca limítrofe de protección de las subestaciones debe de conectarse al sistema de tierras si esta se apoya sobre la superficie ocupada por la malla de tierra, o ser directamente conectada a electrodos independientes si queda a más de 1.22 metros de distancia del límite de malla de tierra.

12.3.9. Deben ser puestos a tierra los envolventes y canalizaciones metálicos de los conductores

12.3.10. Se debe unir el sistema de puesta a tierra a estructuras conductivas sin circuito, tales como cercas, tuberías de agua y acero estructural.

#### 12.4 Artículos mínimos requeridos de la NOM-001-SEDE-2005.

Los artículos de la NOM-001-SEDE-2005 que a continuación se enlistan, se han escogido como los requeridos para complementar los diseños de esta especialidad en los inmuebles que diseña, construye, opera y conserva la UNAM.

- Alcance. (Artículo 200 Sección 1)
- General. (Artículo 200 Sección 2)
- Conexión a sistemas puestos a tierra. (Artículo 200 Sección 3)
- Medios de identificación de los conductores puestos a tierra. (Artículo 200 Sección 6)
- Uso del color blanco o gris claro. (Artículo 200 Sección 7)
- Medio de identificación de las terminales. (Artículo 200 Sección 9)
- Identificación de las terminales. (Artículo 200 Sección 10)
- Polaridad de las conexiones. (Artículo 200 Sección 11)
- Conductores. (Artículo 300 Sección 3)
- Instalaciones subterráneas. (Artículo 300 Sección 5)
- Cajas no metálicas. (Artículo 370 Sección 3)



12.4.1 Artículo 250. Puesta a tierra.

a. Disposiciones generales

- Alcance. (Artículo 250 Sección 1.)

b. Puesta a tierra de circuitos y sistemas eléctricos.

- Sistemas y Circuitos de c. a. que deben ser puestos a tierra. (Artículo 250 Sección 5)
- Circuitos que no deben ser puestos a tierra. (Artículo 250 Sección 7)

c. Ubicación de las conexiones de puesta a tierra de los sistemas.

- Corrientes eléctricas indeseables en los conductores de puesta a tierra. (Artículo 250 Sección 21)
- Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna alimentados desde una acometida. (Artículo 250 Sección 23)
- Suministro de energía desde la misma acometida a dos o más edificios o estructuras. (Artículo 250 Sección 24)
- Conductor que debe poner a tierra en sistemas de c. a. (Artículo 250 Sección 25)
- Puesta a tierra de los sistemas de c. a. derivados separadamente. (Artículo 250 Sección 26)
- Conexiones de sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia. (Artículo 250 Sección 27)

d. Puesta a tierra de envolventes y canalizaciones.

- Envolventes y canalizaciones de la acometida. (Artículo 250 Sección 32)
- Envolventes y canalizaciones para otros conductores. (Artículo 250 Sección 33)

e. Puesta a tierra de los equipos.

- Equipos fijo o conectados de forma permanente. (Artículo 250 Sección 42)
- Equipo fijo o conectado de forma permanente-específicos. (Artículo 250 Sección 43)
- Equipo no eléctrico. (Artículo 250 Sección 44)
- Equipo conectado con cordón y clavija. (Artículo 250 Sección 5)

f. Métodos de puesta.

- Conexiones de los conductores de puesta a tierra de equipo. (Artículo 250 Sección 50)
- Trayectoria efectiva de puesta a tierra. (Artículo 250 Sección 51)
- Electrodo de puesta a tierra. (Artículo 250 Sección 54)
- Cable subterráneo de acometida. (Artículo 250 Sección 55)
- Tramos cortos de una canalización. (Artículo 250 Sección 56)
- Puesta a tierra de equipo fijo o conectado por un método de alambrado permanente (fijo). (Artículo 250 Sección 57)
- Equipo considerado eficazmente puesto a tierra. (Artículo 250 Sección 58)
- Equipos conectados por cordón y clavija. (Artículo 250 Sección 59)
- Conexión para circuitos múltiples. (Artículo 250 Sección 62)

g. Unión.

- Disposiciones generales. (Artículo 250 Sección 70)
- Equipo de la acometida. (Artículo 250 Sección 71)
- Método de unión del equipo de la acometida. (Artículo 250 Sección 72)
- Cable de acometida con blindaje o cinta metálica. (Artículo 250 Sección 73)
- Puente de unión de otras estructuras. (Artículo 250 Sección 75)



- Unión en instalaciones a mas de 250 V. (Artículo 250 Sección 76)
  - Unión de canalizaciones metálicas con juntas de expansión. (Artículo 250 Sección 77)
  - Unión en áreas peligrosas (clasificadas). (Artículo 250 Sección 78)
  - Puentes de unión principal y puente del equipo. (Artículo 250 Sección 79)
- h. Sistemas de electrodos de puesta a tierra.
- Sistemas de electrodos de puesta a tierra. (Artículo 250 Sección 81)
  - Electrodos especialmente contruidos. (Artículo 250 Sección 83)
  - Resistencia de electrodos de varillas, tubería y placas. (Artículo 250 Sección 84)
  - Sistema de electrodos de puesta a tierra de pararrayos. (Artículo 250 Sección 86)
- i. Conductores de puesta a tierra.
- Materiales. (Artículo 250 Sección 91)
  - Tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra en instalaciones de c.a. (Artículo 250 Sección 94)
  - Tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo. (Artículo 250 Sección 95)
  - Continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos. (Artículo 250 Sección 99)
- j. Conexiones de los conductores de puesta a tierra.
- Al electrodo de puesta a tierra. (Artículo 250 Sección 112)
  - Continuidad y conexión de los conductores de puesta a tierra de equipo a cajas. (Artículo 250 Sección 114)
  - Conexión a los electrodos. (Artículo 250 Sección 115)
  - Protección de las uniones. (Artículo 250 Sección 117)
  - Superficies limpias. (Artículo 250 Sección 118)
  - Identificación de las terminales de los dispositivos de puesta a tierra. (Artículo 250 Sección 119)
- k. Transformadores de instrumentos, relevadores, etc.
- Circuitos para transformadores de instrumentos. (Artículo 250 Sección 121)
  - Carcasas de los transformadores de instrumentos. (Artículo 250 Sección 122)
  - Conductor de puesta a tierra de los instrumentos. (Artículo 250 Sección 125)
- l. Puesta a tierra de sistemas y circuitos de alta tensión (600 V o más)
- Disposiciones generales. (Artículo 250 Sección 150)
  - Sistema con neutro derivado. (Artículo 250 Sección 151)
  - Sistema con neutro sólidamente puesto a tierra. (Artículo 250 Sección 152)
  - Sistemas con neutro a tierra a través de impedancia. (Artículo 250 Sección 153)
  - Puesta a tierra de sistemas de suministro a equipo móvil o portátil. (Artículo 250 Sección 154)



## 13. Sistemas de Pararrayos

### 13.1 Introducción

Una descarga atmosférica directa es un fenómeno eléctrico natural, aleatorio e impredecible.

El principio fundamental de la protección de pararrayos en edificios y/o estructuras, contra descargas atmosféricas directas, es proporcionar el medio por el cual una descarga eléctrica sea captada de manera eficiente y pueda llegar a tierra para ser disipada adecuadamente, proporcionando seguridad a las personas y equipos instalados.

### 13.2 Objetivo

Establecer los lineamientos de carácter obligatorio que se deben cumplir en el proyecto y la integración de un sistema de protección contra descargas atmosféricas (pararrayos), en los inmuebles de la Universidad Nacional Autónoma de México.

### 13.3 El Sistema de protección contra descargas atmosféricas

Debe instalarse en los diferentes inmuebles, de la UNAM, de acuerdo a su tamaño, tipo de estructura, y uso específico; así como su localización y el nivel isocerámico de la región.

### 13.4 Sistemas a utilizar

13.4.1 En cuanto al diseño, materiales, especificaciones y métodos de medición del sistema de protección contra tormentas eléctricas se deberá cumplir con la norma NMX-J-549-ANCE-2005 o en su defecto la más reciente y en la NFPA 780 (Standard), 1997.

13.4.2 El método con el cual se diseñara el sistema de pararrayos será con el método de la esfera rodante.

13.4.3 En aquellas instalaciones en las que se manejan, distribuyen, fabrican o almacenan productos inflamables, ya sean sólidos, líquidos, gases, vapores o polvos deberá utilizarse un sistema eléctrico de protección de tormentas eléctricas aislado, a menos que se indique lo contrario.



13.4.4 El número y ubicación de las terminales aéreas dependerá del nivel de protección, de la altura de la estructura a proteger, en caso de ser necesario se instalarán conductores horizontales formando anillos equipotenciales. La altura de dichas terminales no deberá ser menor a 25.4 cm.

13.4.5 Los conductores de bajada deberán ubicarse lo más alejado posible de circuitos eléctricos, electrónicos, de equipo con riesgo de fuego o explosión, accesos para el personal y de puertas y ventanas. En caso de presentarse un doblez en el conductor este no deberá ser menor a 90 grados.

13.4.6 Cada conductor de bajada deberá ser conectado a una Terminal de tierra dedicada para el sistema de pararrayos.

13.4.7 Todos los mástiles y soportes que sean de un material conductor deberán ser conectados a tierra.

### 13.5 Generalidades

13.5.1 Todas las bajadas de los sistemas de pararrayos deben estar canalizadas con tubería conduit PVC servicio pesado y ahogadas en las columnas, o lo indicado por la DGO y C.

13.5.2 En el sistema de Jaula de Faraday, todas las bajadas deben diseñarse con un registro a 1.8 m. del nivel de piso terminado para alojar el desconector.

13.5.3 En el caso del Sistema de Jaula de Faraday, todos los equipos y estructuras ubicados en azoteas deben conectarse al sistema de pararrayos.

13.5.4 Para aterrizaje del sistema de pararrayos debe cumplirse con lo indicado en el capítulo 10 Sistemas de Tierra de esta Norma.



## 14. Conclusiones

Las normas de Diseño de Instalaciones Eléctricas de la Dirección General de Obras y Servicios de la Universidad Nacional Autónoma de México regulan las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica, para los diferentes inmuebles que son parte de la Universidad.

El diseño de las instalaciones eléctricas es parte fundamental para los procesos de construcción, conservación y mantenimiento de las instalaciones e inmuebles; contar con personal capacitado y especializado en el mismo permite no solamente garantizar el correcto funcionamiento, también garantiza la seguridad para las personas que laboren o hagan uso de las instalaciones e inmuebles.

Es por lo anterior que el diseño de las instalaciones eléctricas debe realizarse dentro del marco legal de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005.

La presente propuesta de actualización de las normas de Diseño de Instalaciones Eléctricas se realizó precisamente con el fin de acatar las disposiciones y recomendaciones que se establecen en la Norma Oficial Mexicana; la aplicación correcta de ambas nos permitirá realizar instalaciones eléctricas seguras, flexibles y sobre todo, económicas.

Dadas las necesidades y requerimientos de las instalaciones eléctricas dentro de Ciudad Universitaria, para mantener el nivel de servicio y seguridad para el suministro y utilización de la energía eléctrica y cumplir con sus funciones de Docencia, Investigación y Difusión de la Cultura, es necesaria la adecuada aplicación de las recomendaciones de la presente norma, tanto para inmuebles nuevos, como para ampliaciones, remodelaciones y rehabilitaciones de las instalaciones existentes.

El presente trabajo se basó en las normas de Diseño de Instalaciones Eléctricas de la Dirección General de Obras y Servicios existentes. Estas normas estaban basadas en la NOM-001-SEMP-1994 por lo que se establecieron las modificaciones correspondientes en cada capítulo; además, el trabajo de investigación se extendió hacia otras normas de aplicación actual para el diseño de instalaciones eléctricas que no se habían considerado en el trabajo anterior.



Así la incorporación de estas normas adicionales es factible para complementar las normas de Diseño de Instalaciones Eléctricas, debido a las necesidades de operación y utilización de la energía en Ciudad Universitaria.

Las diferentes recomendaciones que se dieron a lo largo del presente trabajo pueden complementarse además con el trabajo desarrollado en campo y no está restringido, salvo a algunos casos, al criterio del personal encargado del diseño de las instalaciones eléctricas.

Esto establece que el presente trabajo puede ser actualizado y en su caso modificado, conforme la normatividad lo establezca, con el fin de cumplir con los requerimientos y recomendaciones de la misma.

Finalmente, creemos que el presente trabajo servirá como base para que el diseño y puesta en marcha de instalaciones eléctricas en Ciudad Universitaria cumpla con los requerimientos mínimos que estipula la normatividad vigente.



## 15. Bibliografía

NOM-001-SEDE-2005- “Instalaciones Eléctricas (utilización)”

NOM-007-ENER-2003-“Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales”

NOM-025-STPS-1999- “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo”

NMX-J-116-ANCE-2005 o la más reciente.

NMX-J-285- ANCE-2005 o la más reciente.

NMX-J-351-ANCE-2005 o la más reciente.

Libro esmeralda de IEEE, Standard 1100, 1992

NMX-J-549-ANCE-2005 o la más reciente

NFPA 780 (Standard), 1997.