TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL

TITULO DE INGENIERO ELECTRICO

EN LA ESPECIALIZACION DE POTENCIA

"MANUAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS"

LEONARDO VIRGILIO GUERRERO CASTRO

QUITO, FEBRERO DE 1978

CERTIFICADO :

Certifico que el presente trabajo fue realizado por el Sr. LEONARDO VIRGILIO GUERRERO CASTRO

Ing. RODRIGO JIJON FERRI
Director de Tesis

Dejo constancia de mi agradecimiento sincero para el Sr. Ing. Rodrigo Jijón por su magnífica orientación en la realización del presente trabajo.

A la memoria de mi hermano.

A mi esposa.

A mis padres y hermana.

INDICE GENERAL

		Página
INTRODUCCION		
CAPITULO I	LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN RESIDENCIAS Y EDIFICIOS INDUSTRIALES	
1.1	Elementos Principales	I-2
1.1.1	Elementos Básicos	I-2
1.1.1.1	Acometida	I-3
1.1.1.2	Tablero de Distribución	I-3
1.1.1.3	Alimentadores Horizontales y Verticales	I-5
1.1.1.4	Circuitos de Alumbrados	I-5
1.1.1.5	Circuitos de Tomas de Corriente	I-5
1.1.1.6	Alimentadores para Salidas Especiales de Fuerza	I-5
1.2	Función y Seguridad	I-5
1.3	Bases de una Instalación Eléctrica Adecuada	I-6
CAPITULO II	DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS	
2.1	Procedimiento para Proyectar	II-2
2.2	Artefactos y Equipos Comunmente Utilizados	II-5

		Página
2.3	Planeación de los Sistemas	II-7
2.3.1	Residencias y Edificios de Viviendas	II-8
2.3.1.1	Salas	II-9
2.3.1.2	Comedor	II-10
2.3.1.3	Dormitorios	II-11
2.3.1.4	Cocina	II-12
2.3.1.5	Lavandería	II-13
2.3.1.6	Baños	II-14
2.3.1.7	Escaleras	II-16
2.3.1.8	Hall y Corredores	II-17
2.3.1.9	Instalaciones Generales	II-17
2.3.1.10	Instalaciones Exteriores	II-17
2.3.1.11	Sistema de Emergencia	II-18
2.3.2	Hospitales	II-18
2.3.2.1	Salas de Encamados	II-19
2.3.2.2	Ambientes Generales	II-20
2.3.2.3	Areas Peligrosas	II-20
2.3.2.4	Salas de Rayos X	II-21
2.3.2.5	Sistema General de Emergencia	II-21
2.3.2.6	Sistema Especial de Emergencia	II-22
2.3.3	Oficinas	II-23

		Página
2.3.4	Hoteles	II-26
2.3.4.1	Dormitorios	II-27
2.3.4.2	Sala de Recepción	II-28
2.3.4.3	Restaurante	II-28
2.3.4.4	Salones de Fiesta	II-29
2.3.4.5	Bar y Cafetería	II-29
2.3.4.6	Corredores y Escaleras	II-29
2.3.4.7	Fachada Exterior	II-30
2.3.4.8	Cocinas	II-30
2.3.5	Centros de Educación	II-31
2.3.6	Iglesias	II-33
2.4	Selección y Trazado de Circuitos	II-34
2.4.1	Simbología	II-34
2.4.2	Ubicación de Salidas: Control de Luces, Alumbrado, Tomas de Corriente, Tomas Especiales de Fuerza	II-37
2.4.2.1	Iluminación	II-38
2.4.2.1.1	Sistemas de Iluminación	II-38
2.4.2.1.2	Elementos que intervienen en el Cálculo de Iluminación	II-40
2.4.2.1.3	Aparatos de Alumbrado	II-41

		Página
2.4.2.1.4	Propiedades de los Aparatos de Alumbrado	II-41
2.4.2.1.5	Clasificación de los Aparatos de Alumbrado	II-42
2.4.2.1.6	Cualidades que debe reunir una buena Iluminación Interior	II-42
2.4.2.1.7	Diseño y Cálculo de una Instalación de Alumbrado	II-43
2.4.2.1.8	Ejemplo de Cálculo de una Instalación de Alumbrado	II-51
2.4.2.2	Ubicación de Salidas de Alumbrado	II-55
2.4.2.3	Ubicación de Control de Luces	II-56
2.4.2.4	Ubicación de Tomas de Corriente	II-57
2.4.2.5	Ubicación de Tomas Especiales de Fuerza	II-57
2.4.3	Circuitos Eléctricos	II-58
2.4.3.1	Sistema Monofásico	II-58
2.4.3.2	Sistema Monofásico a 3 Conductores	II-59
2.4.3.3	Sistema Trifásico a Tres y Cuatro Conductores	II-60
2.4.4	Determinación del Mínimo Número de Circuitos de Alumbrado	II-64
2.4.5	Circuitos de Tomas de Corriente	II-66

		Página
2.4.6	Circuitos de Salidas Especiales	II-67
2.4.7	Identificación de Salidas y Circuitos	II-68
2.4.8	Trazado de los Circuitos	II-68
2.5	Canalizaciones y Dimensionamiento de Conductores	II-69
2.5.1	Generalidades	II-69
2.5.2	Determinación del Tamaño Mínimo del Conductor	II-70
2.5.3	Cálculo de la Corriente en los Conductores	II-70
2.5.4	Cálculo de la Caída de Tensión	II-71
2.5.4.1	Circuito Monofásico Dos Conductores	II-71
2.5.4.2	Circuito Monofásico Tres Conductores	II-73
2.5.4.3	Circuito Trifásico Tres Conductores	II-74
2.5.4.4	Circuito Trifásico Cuatro Conductores	II-75
2.5.5	Distancia Equivalente	II-77
2.5.6	Tablas de Caída de Tensión	II-78
2.5.6.1	Ejemplo de uso de las Tablas	II-80
2.5.7	Conductores Mínimos Recomendados	II-81
2.5.8	Canalizaciones	II-82
2.5.8.1	Tubo Metálico Rígido	II-82
2.5.8.2	Tubo Metálico Eléctrico (EMT)	II-84
2.5.8.3	Número Máximo de Conductores en Tuberías	II-86

		Página
2.6	Alimentadores	II-87
2.6.1	Definición	II-87
2.6.2	Cálculo de Alimentadores	II-87
2.6.3	Identificación de Alimentadores	II-96
2.7	Tableros de Distribución	II-96
2.7.1	Definición	II-96
2.7.2	Ubicación	II-96
2.7.3	Tableros a Instalarse	II-97
2.7.4	Protecciones de los Circuitos	II-98
2.7.4.1	Interruptores Automáticos	II-99
2.7.4.1.1	Definición	II-99
2.7.4.1.2	Ventajas	II-100
2.7.4.1.3	Número de Polos	II-100
2.7.4.1.4	Capacidad de Maniobra	II-101
2.7.4.2	Protección Contra Sobrecorriente	II-102
2.7.5	Capacidad de los Tableros	II-102
2.7.6	Denominación de los Tableros	II-103
2.7.7	Diagramas Unifilares de Tableros de Distribución	II-105
2.7.8	Diagrama de Ubicación de Tableros	II-110

		Página
2.8	Selección de Acometida	II-111
2.8.1	Acometida	II-111
2.8.2	Tipo de Acometida	II-111
2.9	Tablero y Equipo de Medición	II-112
2.9.1	Generalidades	II-112
2.9.2	Ubicación	II-113
2.9.3	Tableros de Medidores	II-114
2.10	Alimentación Vertical y Horizontal	II-114
2.10.1	Generalidades	II-114
2.10.2	Sistemas de Alimentación	II-115
2.10.3	Tipos de Alimentación Vertical en Representación Unipolar	II-115
2.10.3.1	Alimentación Vertical Contínua	II-115
2.10.3.2	Alimentación Vertical por Grupos	II-117
2.10.3.3	Alimentación Vertical Individual	II-117
2.10.4	Alimentación Horizontal	II-120
2.10.4.1	Distribución Centralizada	II-120
2.10.4.2	Distribución Descentralizada	II-122
2.10.4.3	Sistema de Alimentación bajo el Piso	II-123
2.10.5	Diagrama de Alimentadores	II-126

		Página
CAPITULO III	CIRCUITOS DE ALIMENTACION PARA MOTORES ELECTRICOS	
3.1	Generalidades	III-2
3.2	Componentes del Circuito Alimentador del Motor	III-5
3.2.1	Corriente del Motor	III-5
3.2.2	Intensidad a Plena Carga	III-5
3.2.3	Corriente de Sobrecarga	III-6
3.2.4	Corriente de Arranque	III-7
3.2.5	Conductores para Circuitos de Motores	III-8
3.2.5.1	Caída de Tensión	III-8
3.2.6	Protección contra las Sobrecargas del Circuito de un Motor	III-9
3.2.7	Capacidad máxima de la Protección contra la Sobrecarga	III-9
3.2.8	Omisión del Elemento contra las Sobrecargas del Circuito del Motor	III-10
3.2.9	Protección contra las Sobrecargas del Alimentador del Motor	III-10
3.2.10	Medios de desconexión, Protección contra las Sobrecargas en Marcha y Mando	III-11

		Página
3.2.11	Medios de Desconexión	III-11
3.2.12	Protección de los Motores contra las Sobrecargas	III-12
3.2.13	Conductores en los que deben Colocarse Fusibles	III-14
3.2.14	Conductores donde deben colocarse Dispositivos que no sean Fusibles	III-14
3.2.15	Mandos del Motor	III-14
3.2.16	Requisitos para los Mandos	III-15
3.2.17	Circuitos de Control Remoto	III-17
3.2.18	Conexión a Tierra	III-18
3.3	Diseño de Circuitos con Varios Motores en un solo Alimentador	III-18
3.3.1	Conductores	III-20
3.3.2	Protección del Alimentador del Motor contra la Sobrecarga	III-20
3.3.3	Protección contra Sobrecargas de los Circuitos de los Motores	III-21
3.3.4	Medios de Desconexión	III-21
3.3.5	Protección del Motor contra la Sobrecarga	III-22
3.3.6	Mandos	III-22

		Página
3.4	Ejemplo de Instalación de Motores	III-22
3.4.1	Carga de los Conductores	III-23
3.4.1.1	Motor de 25 H.P.	III-23
3.4.1.2	Motores de 30 H.P.	III-23
3.4.2	Alimentador	III-23
3.4.3	Calibre de los Conductores	III-24
3.4.4	Protección contra Sobrecorriente del Motor en Marcha	III-25
3.4.4.1	Motor de 25 H.P.	III-25
3.4.4.2	Motores de 30 H.P.	III-25
3.4.5	Protección contra Sobrecorriente del Circuito Ramal	III-25
3.4.5.1	Motor de 25 H.P.	III-25
3.4.5.2	Motores de 30 H.P.	III-26
3.5.6	Protección contra Sobrecorrientes del Circuito Alimentador	III-26
CAPITULO IV	MEMORIA, ESPECIFICACIONES, COMPUTO, PRESUPUESTO	
4.1	Memoria Descriptiva del Proyecto	IV-3
4.1.1	Generalidades	IV-3
4.1.2	Especificaciones Particulares	IV-4
4.1.3	Acometida	IV-5

		Página
4.1.4	Medición	IV-6
4.1.5	Alimentadores a Sub-tableros Principales de Distribución	IV-6
4.1.6	Sub-tableros de Distribución Principales y Secundarios	IV-7
4.1.7	Alimentadores a Sub-tableros Secundarios de Distribución	IV-7
4.1.8	Circuito de Alumbrado	IV-8
4.1.9	Control de Luces	IV-9
4.1.10	Circuitos de Tomas de Corriente	IV-10
4.1.11	Circuitos para Salidas Especiales de Fuerza	IV-10
4.2	Cómputo de Materiales	IV-11
4.2.1	Generalidades	IV-11
4.2.2	Tuberías	IV-13
4.2.3	Uniones	IV-15
4.2.4	Codos	IV-16
4.2.5	Conectores	IV-16
4.2.6	Conductores	IV-16
4.2.7	Cajas	IV-19
4.2.8	Interruptores, Tomas de Corriente, etc.	IV-21
4.2.9	Dispositivos Especiales	IV-22

		Página
4.2.10	Tableros	IV-23
4.2.11	Otros Materiales y Accesorios Varios	IV-24
4.3	Presupuesto	IV-26
4.3.1	Apreciación de la Mano de Obra	IV-26
4.3.1.1	Costo por Salida	IV-26
4.3.1.2	Cantidad de Trabajo	IV-27
4.3.1.3	Costo Unitario	IV-28
4.3.2	Costo Total de la Instalación	IV-29

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

El presente Manual permitirá aprovechar la electricidad en todos los sectores de la vida humana, contribuyendo a formar un sano criterio entre los estudiantes de Ingeniería Eléctrica y jóvenes profesionales, referente a las verdaderas necesidades eléctricas del hogar y edificio industrial moderno, queriendo además proporcionar la información básica necesaria para proyectar instalaciones eléctricas adecuadas, fácilmente adaptadas a nuestro medio.

El Manual contempla el análisis de todas las necesidades y factores que juntamente con las disposiciones establecidas por el Código Eléctrico Ecuatoriano y el Código Eléctrico de los Estados Unidos (base del presente estudio) en lo que sea aplicable, permita obtener resultados que faciliten la elaboración de tablas y diagramas de uso directo.

CAPITULO I

LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

CAPITULO I

LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

Contenido:

1.1 Elementos Principales

1.2 Función y Seguridad

1.3 Bases de una instalación Eléctrica adecuada

CAPITULO I

LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN RESIDENCIAS Y EDIFICIOS INDUSTRIALES

1.1 ELEMENTOS PRINCIPALES

Es necesario considerar y definir todos aquellos elementos que forman parte de las instalaciones eléctricas en residencias y edificios industriales, a fin de lograr una visión general de todo lo indispensable, para poder afrontar con criterio la planificación de los sistemas eléctricos, en las áreas antes mencionadas.

Las instalaciones eléctricas interiores en residencias y edificios industriales tienen los mismos elementos básicos, sin embargo, la diferencia está en que en los edificios industriales, se usan determinados elementos debido a la magnitud de la instalación. Estos elementos no forman parte de las instalaciones en residencias y edificios pequeños, por cuanto sus necesidades no lo determinan así.

1.1.1 Elementos Básicos

Consideraremos como básicos los siguientes elementos:

a) Acometida

b) Equipo de Medición

c) Equipo de Protección de la Acometida

d) Tablero General de Distribución

e) Subtableros de Distribución

f) Alimentadores Verticales y Horizontales

g) Circuitos de Alumbrado

h) Circuitos de Tomas de Corriente

i) Circuitos para Salidas Especiales de Fuerza

La complejidad de estos elementos está determinada por el tipo de residencia o edificio industrial a instalarse y por sus requerimientos.

1.1.1.1 Acometida:

Conjunto de conductores y componentes utilizados para transportar energía desde la red de distribución de la Empresa Eléctrica, hasta el tablero general y/o de medición de la instalación interior de un edificio.

1.1.1.2 Tablero de Distribución:

Constituye una de las partes fundamentales de una instalación eléctrica interior, y se lo define como uno o más paneles, en los que van montados

interruptores, mecanismos de protección de sobrecarga, barras de conexión y conductores con instrumentos de control o sin ellos. Llamamos Tablero General de Distribución a aquel desde el cual se alimenta y se protege toda la instalación interior, y puede servir para cortar la corriente eléctrica de servicio.

Las funciones que desempeñan los tableros de distribución, tanto generales como subtableros, pueden resumirse en:

a) Distribuir la energía eléctrica en circuitos ramales, en el caso de subtableros, y en alimentación a subtableros en el caso de los tableros generales.

b) Proteger cada circuito ramal o cada alimentador contra cortocircuitos y sobrecarga.

c) Dar flexibilidad al sistema eléctrico, con la facilidad de poder desconectar o sacar del sistema a un circuito ramal, a un tablero, o al sistema en su totalidad. Estos tableros tienen que estar ubicados, en lo posible, en los centros de carga.

1.1.1.3 Alimentadores Horizontales y Verticales:

Son aquellos que van desde el tablero general a los subtableros de distribución del edificio.

1.1.1.4 Circuitos de Alumbrado:

Circuito ramal que suministra energía solamente a salida de alumbrado.

1.1.1.5 Circuito de Tomas de Corriente:

Circuito ramal donde solamente hay salidas para tomas de corriente.

1.1.1.6 Alimentadores para Salidas Especiales de Fuerza:

Circuito ramal que alimenta uno o varios equipos de utilización.

1.2 FUNCION Y SEGURIDAD

La electricidad es una fuente de energía poderosa, controlándola adecuadamente cumple para nosotros un sinfin de funciones distintas; pero sin control puede llevar a grandes daños. Está regulada o dominada cuando se emplean los materiales correctos y se los instalan débidamente.

La energía eléctrica no regulada puede ocasionar daños catastróficos donde el usuario es el más perjudicado.

Es necesario escoger materiales de la mejor calidad y que en lo posible estén calificados y reconocidos internacionalmente, en el sentido de que han sido sometidos a pruebas y se ha encontrado que reunen las condiciones mínimas de seguridad.

Si se utilizan elementos eléctricos aprobados de alta calidad, pero se instalan de forma casual, sin tener en cuenta la relación de uno a otro elemento, o la carga total que deben soportar, puede que toda la instalación resulte peligrosa. Es necesario por lo tanto, seguir los métodos normalizados que ya están comprobados en la práctica y que resultan seguros.

Estos métodos normalizados que los experimentos y la experiencia han demostrado que son correctos, están descritos en un formato que se conoce con el nombre de CODIGO ELECTRICO.

Para el presente estudio he tomado como base el Código Eléctrico Ecuatoriano y el National Electric Code (N.E.C.) de los Estados Unidos en lo que sea aplicable.

1.3 BASES DE UNA INSTALACION ELECTRICA ADECUADA

Una instalación eléctrica adecuada en residencias y en edificios indus-

triales, es aquella que se hace de modo que resulte completamente segura y de la que se puede sacar el máximo provecho y facilidad para utilizar la fuerza eléctrica, con el mínimo de inconvenientes.

Una instalación adecuada ha de tener iluminación donde haga falta, con la intensidad que se necesite, procedente de luminarias tanto fijas como portátiles. Igualmente la ubicación de los tomas de corriente debe diseñarse, de tal manera que permita convertirse en un sistema bastante flexible, para que en el instante que se requiera colocar un artefacto cualquiera, se encuentre fácilmente el toma de corriente adecuado; y no dependa exclusivamente de la ubicación de muebles, etc. De esta manera evitamos la utilización de extensiones que en la mayoría de los casos son molestas y peligrosas. Igual criterio debe tomarse para la instalación de equipos de alta potencia, claro está que todo esto depende de la finalidad para la que fue construído el edificio, y cada caso será analizado particularmente antes de tomar cualquier decisión.

Las luces en cualquier habitación, oficina, sala, almacén, bodega, etc., deben poderse controlar con bastante facilidad, sin tener que recorrer en la obscuridad distancias grandes para encontrar un control de luces.

En el caso de edificios industriales que requieran de suministro de ener-

gía eléctrica permanente, debe facilitarse el sistema de reserva de energía (emergencia) en las áreas de mayor necesidad.

Todo el equipo que sea necesario debe ser conectado en el instante que se precise, sin que para ello haya que desconectar ningún otro por temor a sobrecarga, o lo que es muy común en edificios de viviendas, que aumente la caída de tensión al conectarlos.

Los cortocircuitos por fallos tienen que ser mínimos.

Hay criterios en los que se hace prevalecer la idea de que siguiendo las normas establecidas por un código eléctrico, se puede hacer una instalación adecuada, este concepto no tiene validez en su totalidad, ya que un código contiene las previsiones básicas mínimas que se consideran necesarias para la seguridad. Al seguir fielmente las normas de un código, lo que se va a conseguir es una instalación libre de riesgos, pero no necesariamente adecuada para un buen servicio o futura ampliación.

Una instalación eléctrica interior será satisfactoria cuando se la haga planificándola bien. Son muchos los casos en los que la instalación eléctrica toma un papel secundario dentro de un proyecto de edificios, razón por la cual resulta inservible al poco tiempo de funcionamiento. Tenemos

que tomar en cuenta que las exigencias actuales en cuanto a uso de artefactos y equipo eléctrico están muy avanzadas y que día a día se va incrementando la necesidad de usarlos y si es posible simultáneamente; razón por la cual la instalación debe ser hecha pensando no solamente en las necesidades del presente sino también para ampliaciones futuras; nuestra mira al proyectar debe ser el futuro ya que con toda certeza en un plazo de diez o veinte años las aplicaciones de la fuerza eléctrica serán mayores.

En resumen una instalación adecuada consiste en:

a) Acometida de capacidad sufiente.

b) Tablero general de distribución con reserva para futura ampliación.

c) El número necesario de subtableros de distribución con sus respectivas reservas.

d) Circuitos de alumbrado suficientes, que garantizan un buen servicio.

e) Número necesario de tomas de corriente.

f) Control de luces adecuado.

g) Alimentadores para salidas especiales de fuerza, con la independencia y capacidad requerida en casos particulares.

h) Canalizaciones de reserva para circuitos que se instalarán en el futuro, prever la posible ampliación del edificio.

i) Sistemas de reserva de energía (emergencia) acordes con las necesidades de edificios que así lo requieren.

En los capítulos siguientes se tratarán en detalle los puntos aquí expuestos, y además se analizarán casos particulares tales como: hoteles, hospitales, escuelas, iglesias, edificios de oficina, etc. En cada uno de ellos trataré de referirme a los factores que inciden para obtener óptimos resultados en las instalaciones eléctricas.

CAPITULO II

DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

CAPITULO II

DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

Contenido:

2.1 Procedimiento para proyectar

2.2 Artefactos y equipos comúnmente utilizados

2.3 Planeación de los sistemas

2.4 Selección y trazo de circuitos

2.5 Canalizaciones y dimensionamiento de conductores

2.6 Alimentadores

2.7 Tableros de Distribución

2.8 Selección de Acometida

2.9 Tablero y equipo de medición

2.10 Alimentación vertical y horizontal

CAPITULO II

DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

2.1 PROCEDIMIENTO PARA PROYECTAR

Dar normas fijas a seguirse en un proyecto de instalaciones eléctricas es difícil e inadecuado, ya que todo proyecto en si es diferente a otro; sin embargo, podemos establecer una metodología ordenada que nos permita proyectar con mayor facilidad. A continuación expongo un resumen de los pasos a seguirse en un diseño de instalaciones eléctricas interiores.

a) Hacer el estudio preliminar de los planos arquitectónicos, conjuntamente con el arquitecto y si es posible con el propietario. De acuerdo al tipo de instalación hay que tomar muchas precauciones al hacer la revisión de los planos, ya que si tenemos a nuestro alcance las facilidades necesarias para hacer una buena instalación, lógicamente en el proyecto habrá menos complicaciones.

Es recomendado estudiar detenidamente los sitios destinados a ductos de instalaciones, ya que éstos en la mayoría de los casos son causantes de muchos problemas en el diseño y construcción, cuando no están planificados con anterioridad. En caso de no existir estos ductos, es conveniente

sugerir el lugar apropiado, y, en muchos de los casos exigir que se deje un sitio determinado para este fin, si es necesario.

Definir el uso que se dará a las áreas a proyectarse, identificando los locales tales como: húmedos, de elevada temperatura, donde existen vapores corrosivos, con exceso de polvo, peligro de incendio, propensos a explosiones, etc.

b) Selección de luminarias, tomas de corriente, controles de alumbrado, equipo de fuerza, etc.; tomando en cuenta todo aquello que se instalará en el futuro; esto se hace para todas las áreas tratando de no pasar por alto ningún detalle por pequeño que sea. Habrá determinados edificios en los que el escogimiento de estos elementos sea en realidad muy complejo, y en los que se necesita hacer un estudio detenido de las necesidades y por ende del equipo a instalarse.

c) Elaboración de planos eléctricos en los que se indica la ubicación de las salidas, tanto de fuerza como de alumbrado; simultáneamente con la ubicación se determina la potencia que van a tener cuando sean instalados. Los controles de luces son indicados también en estos planos.

d) Al revisar con el arquitecto los planos, se tiene que establecer el sitio donde va a ser ubicado el tablero de medidores, teniendo en cuenta para la ubicación, las normas establecidas por la Empresa Eléctrica en el sentido de que el tablero debe estar ubicado en un sitio seguro y de fácil acceso para el personal de la empresa. En muchos de los casos se puede determinar a priori la necesidad de cámara de transformación, teniendo que establecer el sitio adecuado antes de iniciar el proyecto.

e) Si el edificio requiere servicio de emergencia, hay que determinar las áreas que van a ser servidas con este sistema. Teniendo que señalar el lugar en el que funcionará la planta de emergencia.

f) Partiendo de la ubicación del tablero de medidores, ducto de instalaciones, centro de carga de cada planta, se procederá a señalar el lugar donde irá ubicado el tablero general o subtableros de distribución.

g) Determinar el número y tipo de: circuitos de alumbrado, tomas de corriente, fuerza, etc. Debemos insistir en que los circuitos individuales de fuerza, están de acuerdo con las necesidades del edificio y su complicación está acorde con la necesidad del mismo.

h) Fijar el sistema de alimentación, vertical y horizontal, planificar las redes de distribución de los tableros generales y/o subtableros.

i) Dimensionamiento y caída de tensión de los conductores en los circuitos ramales y alimentadores.

j) Establecer el número de circuitos que se instalarán en cada tablero, tipo de circuitos, número de circuitos de reserva requerido.

k) Dimensionamiento de la acometida.

l) Diagramas unifilares y cortes de ubicación de tableros, etc.

m) Elaboración de la memoria descriptiva, lista de materiales, presupuesto, especificaciones técnicas.

2.2 ARTEFACTOS Y EQUIPOS COMUNMENTE UTILIZADOS

Resulta interesante tener a mano una tabla en la que se indique la potencia media de los artefactos y equipos que se usan frecuentemente; porque con ellos se puede definir las cargas instaladas con mayor precisión y además se convierte en un instrumento que facilita sugerir el artefacto o

equipo a instalarse en un edificio.

En la Tabla II-1 que se encuentra a continuación se enumera los artefactos y equipos considerados como básicos.

TABLA II-1

ARTEFACTOS Y EQUIPOS

RENGLON	D E S C R I P C I O N	POTENCIA WATIOS
1	Lámparas incandescentes	> 10
2	Lámparas fluorescentes	> 15
3	Radio	40 a 150
4	Televisión	150 a 400
5	Máquina de afeitar	8 a 12
6	Proyector	300 a 500
7	Calefactor, instalación fija	1.000 a 2.300
8	Calefactor portátil	50 a 200
9	Aire acondicionado simple	800 a 1.500
10	Máquina de coser	60 a 90
11	Aspiradora	250 a 800
12	Refrigeradora	150 a 300
13	Congelador (doméstico)	300 a 500
14	Plancha (manual)	660 a 1.200
15	Cocina (conectadas todas las hornillas y horno)	8.000 a 14.000
16	Cocina (sin horno)	4.000 a 8.000

TABLA II-1

ARTEFACTOS Y EQUIPOS (Continuación)

RENGLON	D E S C R I P C I O N	POTENCIA WATIOS
17	Horno eléctrico	4.000 a 5.000
18	Tostador	500 a 1.200
19	Cafetera	500 a 1.000
20	Asador	1.200 a 1.650
21	Sartén	1.000 a 1.200
22	Batidora	120 a 250
23	Lavaplatos	350 a 550
24	Lavadora automática	600 a 800
25	Secador de ropa	4.000 a 8.000
26	Calentador de agua	1.500 a 5.000
27	Waflera	1.000 a 1.500
	etcétera	

Valores promedios de potencias de artefactos normalmente utilizados y existentes en el mercado local.

2.3 PLANEACION DE LOS SISTEMAS

En este capítulo se enfoca, de manera general, los sistemas eléctricos más apropiados para casos específicos tales como: residencias, edificios de

viviendas, hoteles, hospitales, centros de educación, iglesias, etc.

En ningún momento este capítulo trata de convertirse en recetario de instalaciones. El verdadero sentido es dar criterios generales basados en la experiencia de ingenieros dedicados a esta actividad; muchos de los criterios que se enuncian a continuación son personales, por lo cual están sujetos a discusión, ya que el punto de partida para el análisis de un caso particular depende de la apreciación del ingeniero que proyecta, de todas maneras considero que los criterios generales a enunciarse serán valiosos para planificar los sitemas eléctricos.

2.3.1 Residencias y Edificios de Viviendas

Para poder planificar la instalación eléctrica de una residencia o edificio multifamiliar es importante, recopilar con anterioridad las necesidades de instalaciones eléctricas de cada uno de los ambientes, es decir, tomando en cuenta todos los artefactos, equipos, tomas de corriente, etc. que es indispensable para brindar comodidad a quien los utilice.

En los numerales siguientes se enuncian una serie de criterios para ser aplicados en instalaciones residenciales y edificios multifamiliares. Dichos criterios están agrupados por separado de acuerdo a los diferentes ambientes.

2.3.1.1 Salas:

Son el centro social y familiar, motivo por el cual las instalaciones eléctricas deben prestar todas las comodidades que el ambiente requiere.

La iluminación de la sala ha variado mucho en los últimos tiempos, aunque hay propietarios que prefieren todavía el sistema tradicional de iluminación, recordemos que el tradicional consiste en la iluminación cenital con varias salidas ubicadas en el cielo raso.

Es recomendable la iluminación con lámparas esquineras complementadas con una reducida iluminación cenital.

La lámpara adecuada para este ambiente es la incandescente, ya que el escaso rendimiento lumínico favorece a crear la intimidad propia de este local.

De acuerdo a criterios personales puede hacerse iluminación complementaria por medio de apliques de pared para estar en relación con la arquitectura del ambiente.

Los tomas de corriente deben instalarse de tal manera que los sitios más adecuados para la instalación de lámparas, relojes, etc., estén servidos

de energía eléctrica. La distancia de los tomas de corriente no debe ser mayor a 2.3 metros entre sí, ya que distancias más grandes, implican muchas veces la utilización de largas extensiones que no están de acuerdo con los arreglos y decoración propios de una sala social.

Las esquinas son muy apropiadas para la ubicación de tomas de corriente. En los casos en que la sala tenga ventanas que lleguen casi al ras del suelo, se debe instalar tomas de piso.

Los controles de luces deben estar relacionados con el área de la sala y el número de accesos a la misma, en muchos de los casos es necesario controlar las luces de dos o tres sitios diferentes, por medio de conmutadores. Para tomar una decisión al respecto, hay que analizar el aspecto económico, ya que la inclusión de un conmutador implica un aumento de costo; muchas veces un interruptor unipolar bien ubicado puede sustituir a un conmutador.

2.3.1.2 Comedor:

Las salidas para alumbrado tienen que estar en lo posible centradas en relación a la ubicación de la mesa antes que al centro mismo del ambiente.

Los tomas de corriente, deben preverse de tal forma que los muebles no obs-

taculicen la instalación de equipo de limpieza, así como lámparas y otros artefactos utilizados.

El control de luces puede hacerse mediante conmutador o interruptor unipolar; como en el caso anterior debemos analizar particularmente y decidir por lo que más convenga.

2.3.1.3 Dormitorios:

La iluminación general se recomienda por medio de salidas de alumbrado en el cielo raso. En las viviendas modernas los dormitorios comunmente tienen un área de 8 a 12 metros cuadrados, para lo cual una salida de alumbrado es más que suficiente, si tomamos en cuenta que el nivel de iluminación recomendado para dormitorios (iluminación general) es de 50 luxes. En el caso de dormitorios de áreas grandes, se puede utilizar más de una salida. Recordemos que la iluminación de las alcobas casi en su totalidad están complementadas por lámparas de velador.

Los tomas de corriente deberán instalarse por lo menos tres, una de fácil acceso para conectar el equipo de limpieza, y, los otros dos en lados opuestos de la habitación, (preferentemente tomas de corriente triples, para la instalación de radios, televisores, lámparas, etc.).

Otra alternativa es instalar dos tomas y un toma interruptor que servirá para controlar la luz cenital y además para dar energía a la aspiradora o a la enceradora.

2.3.1.4 Cocina:

No podemos definir fácilmente las instalaciones apropiadas para este ambiente, ya que existen locales pequeños que corresponden a una vivienda común y corriente, como también cocinas amplias que corresponden a viviendas de gran área. Para el proyecto eléctrico tenemos que tomar en cuenta que el ama de casa, permanecerá gran parte de su tiempo en este ambiente, motivo por el cual las instalaciones deben prestarle la máxima comodidad posible.

La iluminación debe hacerse por medio de salidas de alumbrado en el cielo raso, la misma que debe ser suficiente para abarcar toda el área de la cocina. Es recomendable la instalación de apliques de pared cuyo alumbrado esté dirigido hacia la cocina, lavaplatos, mesa de preparación de alimentos, etc.

Los tomas de corriente son claves en el diseño de instalaciones de este local, la razón se debe a que en la actualidad son muchísimos los artefactos eléctricos que se usan diariamente, hay que prever, por lo mismo,

tomas de corriente en las mesas de trabajo, lugares determinados para refrigeradora, extractor de olores, lavaplatos, etc. Hay que considerar la posibilidad de que funcionen simultáneamente algunos artefactos eléctricos tales como: olla, sartén, tostadora de pan, licuadora, waflera, etc.

En toda área de cocina, es recomendable prever una salida para la instalación de extractor de olores.

En este ambiente no creo conveniente que se deba hablar de distancias máximas o mínimas para instalar los tomas de corriente, el criterio más verdadero es el de instalar tomas de acuerdo a las dimensiones de la cocina y a los espacios utilizables, determinando la ubicación de los mismos en base a la distribución de los muebles y artefactos a instalarse.

Las salidas especiales de fuerza comúnmente instaladas en el área de cocina y que necesitan de circuito independiente son: cocina eléctrica, calentador de agua (cuando se determina que el calentador sea instalado en la cocina, se lo hace generalmente bajo las meses de trabajo o en pequeños closets hechos para este fin).

2.3.1.5 Lavandería:

La iluminación puede hacerse con salidas de alumbrado en el cielo raso o

por medio de apliques. En la mayoría de los casos los espacios destinados para lavanderías son pequeñas terrazas cubiertas; donde se ha previsto la instalación de lavadora y secadora de ropa. En viviendas grandes donde se dispone del área suficiente se destina un local especial para el lavado y secado de ropa.

Un lugar conveniente y comúnmente usado para instalar el calentador de agua, es en el cuarto de servicio, aprovechando un reducido sector del closet.

2.3.1.6 Baños:

Prever una luz cenital para el alumbrado general; sin embargo una sola luz no es suficiente para afeitarse o maquillarse y, por tal razón conviene colocar una luz adicional cerca del espejo, bien sobre el mismo o mejor todavía, dos luces, una a cada lado del espejo.

Es conveniente colocar un toma corriente interruptor cerca del espejo, éste nos sirve para controlar las luces auxiliares y además como toma para la máquina eléctrica de afeitar.

En baños muy pequeños es suficiente instalar apliques de pared controlados con toma corriente interruptores.

Lo ideal sería el no instalar tomas de corriente en el baño, ya que constituyen un peligro. Pero debido a que la mayoría de residencias, son de área reducida y por ende sus cuartos de baño carecen de vestidores, que faciliten la instalción de tomas para el uso de máquinas de afeitar, masajes, etc. El diseñador se ve obligado a ubicar tomas en el cuarto de baño escogiendo un sitio en el que el utilizador del toma corra el menor riesgo.

En lo posible y tomando en cuenta las consideraciones hechas en los párrafos anteriores, hay que combatir el empleo de aparatos portátiles en los cuartos de baño.

El que se está bañando está en contacto directo con tierra, que es la conducción perfecta para una descarga eléctrica mortal. En realidad y por desgracia han habido muchos accidentes en los cuartos de baño, especialmente por tocar un aparato defectuoso mientras están en la bañera o caerse dentro del baño un radio (aunque esté en buen estado). En los cuartos de baño donde verdaderamente hacen falta calentadores eléctricos de acción inmediata, debe proyectarse con instalación empotrada en la pared y manipulando dichos calentadores por un interruptor térmico y no por suiche.

2.3.1.7 Escaleras:

Cuando se trata de iluminar las gradas, en la mayoría de los casos hay que poner mucha atención al estudiar los planos arquitectónicos, porque puede complicarse el control de alumbrado si no se tiene la idea clara del efecto que van a producir las luces al ser ubicadas en un determinado sitio; este problema se agudiza más cuando se trata de edificios de varios pisos de apartamentos.

Si es necesario ubicar una salida de alumbrado en cada descanso hay que hacerlo. El control de alumbrado más generalizado es el que se hace a base de conmutadores de tres y cuatro vías, que permiten el control de luces de dos o más sitios, éste sistema está limitado por la corriente que puede soportar cada conmutador, razón por la cual se lo usa para controlar las luces de dos o tres lugares. Este control puede llegar a ser repetitivo hasta llegar a N pisos.

Al ubicar los interruptores hay que tomar precauciones para que éstos no se encuentren en sitios que pongan en peligro a la persona que los usa, interruptores colocados a la altura de los escalones pueden motivar un accidente, ya que en el afán de buscar el interruptor puede perderse el equilibrio. En los descansos es conveniente dejar salidas de tomas de corriente para uso de limpieza.

2.3.1.8 Hall y Corredores:

La iluminación debe producir una impresión acogedora y cálida, debe cuidarse mucho que las salidas de alumbrado estén centradas y alineadas, las que no están relacionadas entre sí dejan una fea impresión. Las tomas de corriente deben colocarse de tal forma que el equipo de limpieza pueda operar sin necesidad de alargamientos extras. En caso de halls que tangan áreas mayores a 9 metros cuadrados, hay que dar mayores facilidades para tomar energía eléctrica.

2.3.1.9 Instalaciones Generales:

No se ha tratado hasta el momento de tableros, alimentadores, etc., porque eso corresponde a lo que veremos posteriormente; sin embargo creo que se justifica el que enumere las salidas de fuerza más comunes en edificios de viviendas. Los principales son: bomba de agua, incinerador, ascensores, lavadoras de ropa tipo industrial, secadoras. Los lugares donde van a ser instalados se especifican en los planos arquitectónicos.

2.3.1.10 Instalaciones Exteriores:

Raras son las residencias y edificios de vivienda que tienen instalaciones exteriores de alumbrado o de fuerza, pese a que se tiene conciencia de que una buena iluminación exterior da un aspecto señorial a la vivien-

da, y brinda mayor seguridad por las noches, como es lógico, el alumbrado y las salidas de fuerza tienen que estar de acuerdo con la arquitectura del edificio.

2.3.1.11 Sistema de Emergencia:

Por experiencia propia podemos darnos cuenta que al producirse cortes de energía eléctrica en las viviendas, causan problemas que pueden ser superados en corto tiempo. Por lo cual no se justifica instalar sistemas de emergencia por el costo elevado de la planta; sin embargo en edificios de viviendas múltiples es casi imprescindible que los servicios de ascensor, bomba de agua y luces de circulación tengan sistema de emergencias.

2.3.2 Hospitales

Las instalaciones eléctricas en hospitales son de mucha importancia y se convierten en un elemento primordial para el tratamiento médico, contribuyen a la atención general de pacientes y personal; el tamaño del hospital y el equipamiento del mismo determinan la potencia necesaria; es muy común hacer cálculos de la potencia general tomando de datos estadísticos la potencia específica por cama, es lógico que a mayor número de camas bajará el valor de esta potencia específica.

Al proyectar un hospital tenemos que tomar en cuenta que el uso de los

equipos y aparatos electro-médicos está aumentando aceleradamente; motivo por el cual tenemos que dejar la suficiente reserva para suministrar energía, y, en caso de que no sea posible, por lo menos dejar prevista la tubería, con la suficiente flexibilidad para las ampliaciones.

Para poder contar con un suministro de energía eléctrica permanente (de la red pública), es conveniente tener por lo menos dos acometidas, para que en caso de daño de una de ellas, no se suspenda el servicio eléctrico.

Un criterio que prima en la determinación de la potencia necesaria es de que gran parte del equipo, aparatos, y salidas en general, trabajarán simultáneamente.

Cada ambiente del hospital tiene una exigencia particular. Brevemente expongo a continuación criterios para las instalaciones en estos ambientes.

2.3.2.1 Salas de encamados:

El alumbrado debe preverse de tal forma que la iluminación general no se convierta en un fastidio para el paciente, es recomendable instalar salidas de alumbrado con iluminación directa para lectura, además de la indi-

recta para descanso, ambas luces deben ser controladas fácilmente desde la cama del paciente (la ubicación de estas salidas es sobre la cabecera de la cama), para la fácil atención nocturna, médico o servicios de enfermeras, así como para facilitar la movilización del enfermo, se colocan luces guías a 30 centímetros del suelo, y muy cerca a la puerta de ingreso (su ubicación debe ser detenidamente estudiada para no molestar al paciente).

2.3.2.2 Ambientes Generales:

Para ambientas tales como administración, cocina, lavandería, residencia de enfermeras, etc., la iluminación no es mayor problema, generalmente algunas de estas áreas son bastante grandes, en las cuales la iluminación no tiene nada de especial. Las salidas de tomas de corriente se complican bastante en cocinas y lavanderías por cuanto la ubicación exacta del equipo es muy difícil de predecir; la solución a este problema la encontraremos en los siguientes numerales de este capítulo.

2.3.2.3 Areas Peligrosas:

En habitaciones tales como salas de encamados, quirófanos, estaciones de enfermeras, salas de recuperación, Rayos X, tratamiento intensivo, hidroterapia, fisioterapia, se debe proyectar tomando en cuenta que estos locales deben ser protegidos contra incendios, explosiones, tensiones de

contactos.

2.3.2.4 Sala de Rayos X:

Hemos señalado que las instalaciones eléctricas son importantes en hospitales, pero hay algunas de ellas como Sala de Rayos X que son muy especiales; lo ideal es instalar este equipo partiendo de transformador independiente, sin embargo, por razones de tipo económico se lo hace directamente de los tableros de maniobra, por ningún motivo deben instalarse otros receptores en el mismo circuito, ya que estos causan perturbaciones. Es indispensable que se sigan las instrucciones establecidas por los fabricantes, teniendo muy en cuenta las limitaciones del equipo.

Cuando se instala equipo portátil de Rayos X debe diferenciarse las tomas de corriente, para que no sean utilizados para otros aparatos.

2.3.2.5 Sistema General de Emergencia:

El sistema general de emergencia debe asegurar, en caso de suspensión del servicio de energía eléctrica de la red pública, que las instalaciones eléctricas más importantes en todos los recintos activos del hospital puedan continuar en funcionamiento. El sistema general de emergencia se establece usualmente mediante un grupo dieselectrógeno con una reserva de combustible para 24 horas.

Las áreas que deben servirse con este sistema son: iluminación de áreas de circulación interior y exterior, iluminación general en las habitaciones para fines médicos, salas de operaciones, lámparas de orientación de los dormitorios, ascensores (uno de ellos debe ser montacamillas), las instalaciones de seguridad y abastecimiento (gases medicinales), instalaciones de llamadas y señalización, instalación de Rayos X (por lo menos una portátil), 50% de la cocina y cámara frigorífica.

Al determinarse la capacidad de la planta de emergencia a instalarse, debemos tomar en cuenta que el costo por KVA, disminuye considerablemente al aumentar la potencia total del grupo electrógeno.

El lugar donde debe ubicarse el grupo de emergencia debe escogerse considerando los siguientes puntos de vista:

a) Lo más cerca posible de los equipos de gran potencia.
b) Fácil acceso para montar y desmontar los elementos del grupo.
c) Evitar ruidos molestos, malos olores y gases de escape.

2.3.2.6 Sistema Especial de Emergencia:

Este sistema se refiere a la alimentación de los aparatos eléctricos, cuyo cese, por perturbaciones en las instalaciones eléctricas, puede poner

en peligro la vida del paciente.

Los aparatos que deben alimentarse por este sistema son: una lámpara en cada quirófano y los aparatos para el mantenimiento de funciones corporales vitales, por ejemplo máquinas pulmón - corazón. Aparte de los aparatos citados, no debe conectarse al circuito de emergencia ningún otro tipo de aparato eléctrico.

El tipo de la fuente especial de emergencia se deduce del tiempo necesario para la conmutación. Para las lámparas de quirófano, este tiempo es de 0,5 segundos (según el NEC). Por ello, en este caso se debe preferir una batería de acumuladores. Para los otros aparatos que tienen que conmutarse en un tiempo de quince segundos (según el NEC) pueden emplearse grupos electrógenos de emergencia.

Los cables de la instalación de emergencia, deben ser instalados en canalización diferente a los de la red de distribución del hospital, para que en caso de incendio (por corto circuito) pueda seguir funcionando normalmente el sistema de emergencia.

2.3.3 Oficinas

Las áreas destinadas para este fin tienen la particularidad de que un ele-

vado porcentaje de sus instalaciones eléctricas funcionan simultáneamente.

Como estos edificios en la mayoría de los casos son muy concurridos por el público, es preciso que algunas áreas tales como circulación, ascensores, bombas de agua, estén previstos de servicio de emergencia y en general a todas aquellas secciones en las que la continuidad del trabajo es indispensable. La potencia necesaria para estos receptores especialmente importantes vienen a ser el 25% de la carga total del edificio (valor práctico de apreciación personal).

Es muy complejo hacer la distribución de tomas de fuerza en áreas de oficina, en las que la ubicación de los muebles y aún la función de la oficina misma no está determinada. Para estos casos debe planificarse un sistema de lo más flexible, para que una variación de ubicación de muebles y paredes divisorias no afecte mayormente.

Las instalaciones bajo el piso con varias cajas para tomas de fuerza, nos dan la facilidad de poder instalar máquinas de escritorio de cualquier tipo, en cualquier sitio. Esta alternativa es interesante ya que al instalar tomas en las paredes o bajo las ventanas quedan muchas veces muy alejadas del sitio de trabajo. El caso se vuelve más crítico,

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL QUITO ECUADOR BIBLIOTECA

en edificios en los cuales las paredes laterales han sido sustituídas por ventanales que llegan prácticamente a ras del suelo.

Las redes de iluminación y otros sistemas de aprovisionamiento se instalan aprovechando el cielo raso falso, cuando el edificio ha sido planificado en este sentido. Esto nos proporciona flexibilidad en la instalación de salidas de alumbrado.

Los circuitos de alumbrado deben estar ubicados y orientados a los posibles puestos de trabajo, de esta manera se puede limitar la iluminación a las partes de la oficina que realmente se necesite.

Los controles de iluminación de pasillos, halls, áreas de circulación, es conveniente centralizarlos, para facilitar la manipulación de interruptores, a las personas encargadas del edificio, y, además, evitar que esté al alcance del público el manejo de estos controles.

En las grandes oficinas en las que el alumbrado es permanente durante el día debe tomarse muy en cuenta que aquellas luminarias que se encuentran junto a las ventanas, no es necesario que permanezcan encendidas ya que con la luz del día es suficiente. Para estas lámparas junto a las ventanas se puede pensar en un sistema de control de luces con célula fotoeléc-

trica, de tal manera que gran parte del día pasen apagadas y que cuando comience a desaparecer la luz natural se enciendan dando realce al edificio.

En los numerales siguientes hablaré más detenidamente de tableros de distribución y su ubicación; sin embargo quiero recalcar que un tablero por más bien fabricado y por buena calidad que sea, no puede convertirse en un elemento decorativo, motivo por el cual hay que tener mucho cuidado en su ubicación, ya que en la mayoría de edificios se ubica en las partes más visibles, sin darse cuenta de que esto da un feo aspecto.

La potencia del transformador, prevista para el edificio, debe ser suficiente en el caso más desfavorable, es decir, que el transformador ha de estar dimensionado para la máxima potencia que pueda presentarse al mismo tiempo.

2.3.4 Hoteles

La finalidad de un hotel es darle la mayor comodidad a sus clientes, un hotel mientras más comodidades presta más prestigioso es, y dentro de ésto las instalaciones eléctricas desempeñan un papel importantísimo, porque precisamente una buena atención está en función de los equipos y artefactos eléctricos de que se disponga.

Como ya hemos indicado anteriormente, el suministrar servicio de energía eléctrica es muy costoso; razón por la cual debemos establecer que en hoteles es indispensable servicios permanentes en: escaleras, pasillos, ascensores, bombas de agua, salones grandes de reunión. Lo ideal sería que parte de la cocina, cámara frigorífica y por lo menos una lámpara de los dormitorios pueda funcionar en caso de emergencia.

El alumbrado es parte del confort y de la decoración de los ambientes, da vida y configuración a las cosas, en lo posible los controles de alumbrado deben ser fácilmente manejados por el huésped, si es necesario hay que facilitar su orientación por medio de símbolos luminosos.

2.3.4.1 Dormitorios:

Hay varias alternativas para ubicar las salidas de alumbrado: iluminación indirecta fluorescente tras las cortinas, iluminación intensa dirigida por medio de semireflectores empotrados en el cielo raso, lámparas de velador, lámparas de pared.

Facilitar el control de luces, desde la entrada a la habitación, así como desde la cama.

En el cuarto de baño y en el vestidor debe iluminarse con salidas de

alumbrado en el cielo raso y junto al espejo para evitar sombra.

Los tomas de corriente deben ubicarse por lo menos uno en cada pared, teniendo para ello un criterio similar al establecido para residencias, con la ventaja de que la ubicación de los muebles no está al capricho del huésped.

2.3.4.2 Sala de Recepción:

Iluminación clara sin llegar al deslumbramiento, en perfecto contraste con lo general del hall; dando la impresión de mayor intimidad mientras camina a su habitación. Tomas de corriente para utilizar el equipo de limpieza así como para ubicación de lámparas de pie.

2.3.4.3 Restaurante:

La vajilla, así como los adornos de planta son resplandecientes cuando sobre ellos incide luz directa. Lo más apropiado para esta iluminación localizada es la incandescente complementada por iluminación general fluorescente. Una comida se verá más apetitosa si sus colores son reproducidos con mayor aproximación a los naturales. Tomas de fuerza ubicados lateralmente para limpieza y en casos particulares para instalar artefactos de uso especial.

2.3.4.4 Salones de Fiesta:

Tienen usos múltiples: bailes, desfiles de modas, conferencias, etc.; para poder ser útiles en cualquiera de estas actividades debe darse flexibilidad a las instalaciones eléctricas, para conseguir este objetivo se deja el suficiente número de salidas de fuerza, con la potencia de reserva necesaria y previstas de control, esto nos permite por ejemplo instalación de reflectores, luz negra, etc., que son de uso ocasional.

2.3.4.5 Bar y Cafetería:

Alumbrado de baja intensidad complementado por iluminaciones provenientes de reflectores con filtros de colores. El control de las luces de este ambiente debe hacerse en lo posible desde el mostrador.

2.3.4.6 Corredores y Escaleras:

La iluminación en corredores y escaleras debe ser práctica y decorativa, las lámparas fluorescentes son las más adecuadas por el alto rendimiento lumínico, que permite, incluir la iluminación a la configuración arquitectónica. Debe tenerse mucho cuidado en la iluminación de corredores largos ya que puede darse la impresión de una oficina.

El control de luces debe hacerse desde la recepción. Durante la noche es

conveniente que funcione el menor número de luces.

Los tomas de corriente deben instalarse en cantidad suficiente para poder utilizar el equipo de limpieza, estos circuitos debe ser totalmente independientes y no mezclarse por ningún motivo con los tomas de corriente de dormitorios.

2.3.4.7 Fachada Exterior:

Es muy conveniente hacer la iluminación de la fachada exterior, pero teniendo cuidado en que esta iluminación no se convierta en molestia para el huésped mientras duerme. Un criterio conveniente para el control de alumbrado es el de manipular estas luces desde la recepción.

2.3.4.8 Cocinas:

Las cocinas son consideradas como locales húmedos, por lo cual sus instalaciones deben ser protegidas, evitando que la suciedad se acumule en el interior de las lámparas ya que son susceptibles a opacarse por este motivo. Las lámparas deben reproducir los colores lo más fielmente posible.

En la cocina se instalarán equipos fijos y manuales que pueden variar constantemente de ubicación, por lo cual junto a los equipos fijos deben

instalarse tomas de corriente de 110 y 220 voltios. Un sistema que da buenos resultados para poder instalar los aparatos en cualquier lugar, es hacer instalaciones bajo el piso, por medio de canaletas longitudinales y cruzados en disposición reticular.

En la cámara frigorífica se deben instalar lámparas incandescentes ya que éstas pueden funcionar a muy bajas temperaturas.

2.3.5 Centros de Educación

Así como en el hotel se trata de dar mayor comodidad a los huéspedes, en los centros de educación el estudiante debe sentirse a gusto.

Las estadísticas demuestran que los estudiantes que llegan a los institutos superiores, padecen defectos de la visión. El número de estudiantes que usa lentes está estimado en un 35% y esto se debe, en la mayoría de los casos a la deficiente iluminación en las aulas escolares.

Está comprobado que el rendimiento de los estudiantes es mayor cuando las salas de clases están bien alumbradas.

Las lámparas adecuadas para la buena iluminación de estos locales, son las fluorescentes, por su gran rendimiento lumínico.

En las cafeterías, salones de actos, debe preverse una buena iluminación, ya que es común convertir estas áreas en concentración de alumnos para estudiar. Es lógico pensar que la biblioteca debe tener la iluminación más apropiada para no causar fatiga en el estudiante, por el mal alumbrado.

Las salidas de tomas de corriente en aulas, es indispensable, porque sirven para conectar proyectores y más equipos manuales para demostración práctica. Los pasillos y halls deben tener un número suficiente de tomas de corriente para instalar el equipo de limpieza.

Los centros de educación modernos, cuentan en sus instalaciones, con laboratorios que consumen una considerable potencia. Cada laboratorio tiene su particularidad, por lo cual la instalación depende de los requerimientos del mismo.

En muchos casos la instalación con tubería vista facilita el servicio de energía en los laboratorios. Cuando en estos locales se cuenta con mesas de trabajo previamente fijadas, éstas se convierten en centros de carga, que pueden ser alimentadas por conductores que van en canaletas bajo el piso, claro está que tratamos de mesas de trabajo ubicadas a una cierta distancia de las paredes.

Generalmente en los laboratorios se utilizan salidas de fuerza de 110 y 220 voltios; y, cuando éstas no están identificadas claramente, pueden causar muchos problemas, más aún si consideramos que la falta de costumbre de utilizar estos equipos, hace que el utilizador principiante, conecte en el toma más cercano sin meditar sobre las consecuencias.

2.3.6 Iglesias

Al planificar el sistema de instalación para una iglesia, se debe prestar especial atención en el alumbrado, porque éste constituye el 90% de la instalación. La iluminación general de la nave principal se la hace dirigiendo en lo posible la luz hacia adelante, de esta manera no se hacen visibles las luminarias (a no ser que se vea hacia atrás). Esta iluminación es complementada con lámparas que están acordes con el conjunto arquitectónico de la iglesia.

Como salida especial de fuerza se puede considerar los tomas de energía para órganos eléctricos, guitarras eléctricas, etc. Debe preverse además de tomas de corriente para instalar el equipo de limpieza.

En el caso de que existan capillas y altares complementarios, deben iluminarse con mayor intensidad que la nave principal.

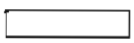
En la fachada exterior deben existir tomas de corriente para que sean utilizados en casos especiales. Una iglesia bien iluminada exteriormente realza la arquitectura y belleza de la misma.

2.4 SELECCION Y TRAZO DE CIRCUITOS

2.4.1 Simbología

Para identificar las instalaciones eléctricas con sus diferentes componentes es indispensable utilizar símbolos eléctricos. Por facilidad en su representación, he tomado como base la simbología indicada en el Código Eléctrico Ecuatoriano:

Salida normal para alumbrado.


Salida lámpara fluorescente.

Lámpara fluorescente circular.

Aplique de pared.

Tomacorriente bipolar doble.

Toma corriente - interruptor.

Toma corriente - trifásico.

Tomacorriente tripolar o tetrapolar "especiales de fuerza".

Tomacorriente de piso.

.Sa — Interruptor unipolar. Controla las luces "a".

.Sdb — Interruptor bipolar. Controla las luces "a,b".

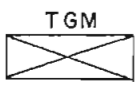
.SA3 — Inturruptor de tres vías, controla las luces "A".

.SA4 — Interruptor de cuatro vías, controla las luces "A".

Caja de conexión.

Tierra.

Sub-tablero de distribución.



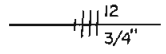
Tablero General de medidores, tablero general de distribución.

Circuito en tubería, embutido en el techo.

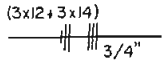
Circuito en tubería, embutido en la pared.

Circuito en tubería, embutido en el piso.

Dos conductores con neutro # 14 AWG en tubería de 1/2".



4 Conductores con neutro # 12 AWG en tubería de 3/4".



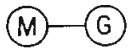
3 Conductores # 12 AWG más 3 conductores # 14 AWG en tubería de 3/4".

Tubería que baja (circuito o alimentador que baja)

Tubería que sube (circuito o alimentador que sube).

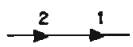
Generador.

Motor eléctrico.

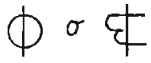


Grupo electrógeno.

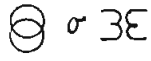
Medidor de KWH.



Va hacia el tablero: El número en la flecha indica el número del circuito.



Transformador de corriente.



Transformador de tensión.

Seccionador.

Interruptor.

Disyuntor

Disyuntor seccionador.

Contactor.

Seccionador bidireccional.

Fusible.

2.4.2 Ubicación de Salidas: Control de luces, alumbrado, tomas de corriente, tomas especiales de fuerza

Luego de estudiados los planos arquitectónicos y definidas las necesidades del servicio eléctrico, debemos proceder a la ubicación de salidas. En los numerales anteriores se han planteado varios criterios valederos para poder fácilmente determinar los requerimientos de cada área a proyectarse.

El orden a seguir en la ubicación de salidas en los planos, depende del criterio del ingeniero que proyecta. A continuación propongo un ordenamiento que considero muy práctico:

- Cálculo de iluminación.
- Ubicación de salidas de alumbrado.
- Ubicación de control de luces.
- Ubicación de tomas de corriente.

- Tomas especiales de fuerza.

2.4.2.1 Iluminación:

2.4.2.1.1 Sistemas de Iluminación:

Los sistemas de iluminación normalmente utilizados son los siguientes:

a) Iluminación directa.

b) Iluminación semi-directa.

c) Iluminación general difusa.

d) Iluminación semi-indirecta.

e) Iluminación indirecta.

a) Iluminación directa: La iluminación directa es la que se obtiene dirigiendo el flujo luminoso directamente sobre el plano de trabajo, de manera que se produzca la menor disperción posible. En el aspecto económico es la más conveniente, puesto que al concentrar la energía luminosa en la zona de trabajo, se consigue el máximo rendimiento.

Evidentemente, una iluminación de esta naturaleza, establece zonas intensamente iluminadas y zonas completamente en sombras en las inmediaciones de las anteriores. Esta disposición fatiga particularmente la vista, que

está obligada continuamente a adaptarse a distribución de luz con neto contraste.

Por este motivo, cuando se considere necesario adoptar una iluminación directa como ocurre en las mesas de oficina o en las máquinas operadoras, debe iluminarse el resto del local de modo uniforme, a fin de disminuir la fatiga de la vista que, al quedar sometida a una menor diferencia de iluminación, está sujeta a esfuerzos de menor importancia.

b) Iluminación semi-directa: Se obtiene utilizando reflectores construídos de manera que un 60% de la luz producida por la lámpara se refleje hacia abajo, mientras que el restante 40% se dirige hacia el techo, el cual lo refleja a su vez, lo que contribuye de modo notable a uniformar la iluminación del local.

c) Iluminación general difusa: Tiene la finalidad de eliminar las sombras demasiado fuertes y los contrastes demasiado notorios, mediante la aplicación de numerosos focos luminosos. Este efecto se consigue mediante la superposición de zonas iluminadas, y para ello se recurre generalmente al empleo de reflectores de cuerpo profundo, de manera que el techo quede en sombras, mientras que la mayor parte de la luz se proyecta hacia abajo.

d) Iluminación semi-indirecta: Se obtiene utilizando reflectores construídos de manera que un 40% de la luz producida por la lámpara se refleje hacia abajo, mientras que el restante 60% se proyecte sobre el techo, que en este caso asume un importante papel en el nivel de iluminación conseguido.

e) Iluminación indirecta: Se obtiene por reflexión total de la luz en el techo. El foco luminoso queda totalmente oculto y el flujo luminoso puede decirse que cae del techo. Este tipo de iluminación es ciertamente el más racional, puesto que la vista nunca queda sometida a violentas diferencias de luz. Sin embargo, en el aspecto económico es más cara, dado que la absorción del techo reduce el rendimiento de los aparatos de iluminación que, por otra parte, necesitan una limpieza constante, sin la cual el nivel de iluminación cae rápidamente por debajo de los límites admisibles.

2.4.2.1.2 Elementos que intervienen en el cálculo de iluminación:

Proyectar una instalación de alumbrado es mucho más difícil de lo que parece a primera vista, dado el gran número de variables debidas a las causas más diversas.

En efecto, en el cálculo influye el tipo de actividades a realizar en el

local, que determina el nivel de iluminaciones necesarias, la altura del techo, su forma y color, la disposición y separación de las paredes, la distancia de los focos luminosos al plano que debe iluminarse, el tipo de iluminación previsto, etc.

2.4.2.1.3 Aparatos de Alumbrado:

La misión de los aparatos de alumbrado, es modificar la distribución lumisona de las lámparas desnudas, según las características deseadas de iluminación y además ocultar los manantiales luminosos de la visión directa del observador, con el objeto de evitar el deslumbramiento.

2.4.2.1.4 Propiedades de los aparatos de alumbrado:

a) Propiedades ópticas:

- Distribución luminosa adaptada a la función
- Buen rendimiento luminoso
- Luminancia de un valor dado en ciertas direcciones de observación

b) Propiedades mecánicas y eléctricas:

- Ejecución robusta
- Construídos de un material adaptado a su función (por ejemplo, se han de rechazar los metales en el caso de atmósferas corro-

sivas).

- Equipo eléctrico perfecto, con facilidades para el montaje y la inspección periódica del mismo
- Fáciles de limpiar
- Calentamiento admisible con su construcción y con su empleo

c) Propiedades estéticas:

- Los aparatos de alumbrado pueden estar encendidos o apagados; bajo ambas apariencias, deben ayudar a crear el ambiente y a integrarse en el conjunto decorativo y arquitectónico del interior a iluminar.

2.4.2.1.5 Clasificación de los aparatos de alumbrado:

a) Difusores.- Cuando utilizan preferentemente sus propiedades de transfusión y difusión.

b) Reflectores.- Cuando utilizan principalmente su poder de reflexión.

c) Refractores.- Si en ellos se emplean sus propiedades refractoras.

d) Aparatos mixtos.- Si se utilizan dos o más de las propiedades anteriores.

2.4.2.1.6 Cualidades que debe reunir una buena iluminación interior:

a) Suministrar una cantidad de luz suficiente.

b) Eliminar todas las causas de deslumbramiento

c) Prever aparatos de alumbrado, apropiados para cada caso particular.

d) Utilizar fuentes luminosas que aseguren, para cada caso, una satisfactoria distribución de los colores.

e) Uniformidad.

2.4.2.1.7 Diseño y cálculo de una instalación de alumbrado:

a) Sistema punto por punto: Consiste en sumar los efectos de todas las fuentes para cada uno de los puntos considerados a estudio.

La iluminación viene dada por la fórmula $E = \frac{I_o}{d^2} . \text{Cos } \theta$ (Fórmula # 1)

E = Intensidad de iluminación en luxes

I_o = Intensidad emisora de la fuente de luz en la dirección del rayo, en candelas.

d = Distancia del foco al punto, en metros.

θ = Angulo que forma la normal al plano iluminado con el rayo que une el foco con el punto.

Teóricamente también intervienen los rayos que, reflejados en las superficies, inciden sobre el punto considerado.

La intensidad, excepto en el caso de un foco de distribución completamente uniforme, no existente en la práctica, depende de la dirección del rayo. De ahí la dificultad de aplicar este método. De todas formas este dato puede averiguarse por medio del diagrama polar de las luminarias.

El sistema punto por punto tiene aplicación para calcular, de forma aproximada, la diferencia de iluminación entre el ambiente y un objeto iluminado mediante alguna lámpara con distribución muy concentrada de luz (focos).

Se aplica generalmente en el alumbrado público, de proyectores y en aquellos lugares donde la iluminación de un objeto adquiere una importancia especial (esculturas, señales, etc.)

b) Sistema del Flujo: El método de flujo es el más utilizado por su rapidez y sencillez, proporciona el nivel medio de iluminación del local, en luxes, sobre un plano de trabajo horizontal, mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$E = \frac{\text{Ø útil}}{S} \quad \text{(Fórmula \# 2)}$$

donde:

Ø = flujo luminoso
S = superficie en m^2

El razonamiento del método es el siguiente:

El nivel medio de iluminación sobre el plano de trabajo es igual al flujo útil, que es el que llega al plano, por unidad de superficie.

El flujo útil está relacionado con el total que emiten las lámparas según una cierta proporción.

El método consiste en averiguar esta proporción, suponiendo que existen tres causas que influyen sobre ella. Estas son:

1. Las características de la luminaria:

La forma, la calidad reflectora de sus superficies y la transmisora de los elementos difusores, determinan una pérdida del flujo total emitido por las lámparas.

2. Las características de las superficies del local:

Según sus posibilidades de reflexión suponen otro análisis de la cantidad total de flujo que emiten las luminarias. Debido a que el plano que se considera no es el suelo sino uno ideal situado a una cierta altura (0.70 o 0.85 metros). Las únicas superficies que actúan en esta observación son las que están por encima de este plano.

3. Las condiciones de limpieza y mantenimiento:

Actúan sobre las anteriores determinando una nueva pérdida en el transcurso del tiempo, al disminuir el flujo real emitido por las lámparas y al aumentar las condiciones absorventes de las superficies en las que se acumula la suciedad.

La influencia de las características de la luminaria y de las superficies del local se manifiesta desde el principio, mientras que la debida a las condiciones de limpieza y mantenimiento aparece con el tiempo. Debido a ello, aquellas se resumen conjuntamente en unos coeficientes que se averiguan mediante tablas (Tabla II-1 fin del Capítulo) en las que se entra con los siguientes factores:

- Tipo y forma de la luminaria
- Indice del local
- Coeficiente de reflexión medios de la superficie del local

El índice o coeficiente del local es un número que indica la proporción de superficies absorventes relacionadas con la superficie total del plano del trabajo. Si en un local las superficies absorventes aumentan, es lógico que el flujo útil disminuya.

De las tablas obtenemos el coeficiente de utilización que es la propor-

ción teórica entre el flujo total emitido por las lámparas y el flujo útil. Es decir indica el % de rendimiento del sistema. Este coeficiente suele oscilar entre un 10% y un 60%, siendo el rendimiento normal de un 30 a un 40%.

Posteriormente se introduce el porcentaje de pérdida del flujo debido al mantenimiento y conservación.

Como se puede deducir del razonamiento se supone un flujo luminoso uniforme repartido en todo el local y, por ello, el método tendrá mayor validez cuando aquel sea lo más regular posible, y la distribución de las lámparas se ajuste a este reparto uniforme. Para contrarrestar el efecto de absorción de las paredes, las luminarias deberán acercarse a ellas. Una buena solución, cuando se pretende esta regularidad, es que la separación entre las luminarias y la pared sea la mitad de la que existe entre luminarias. Otra consideración a tener en cuenta es que, cuantas más luminarias se prevean, con una potencia lumínica proporcional y una distribución regular, el resultado será más uniforme.

Existen además unas separaciones máximas entre luminarias indicadas en las tablas del coeficiente de utilización, que deben cumplirse si se quiere obtener una uniformidad razonable para que el cálculo sea válido.

El método también puede ser útil, con un cierto grado de aproximación, para calcular la iluminación de varias zonas dentro de un espacio. Entonces, el índice del local es el mismo para todas las zonas interiores y es igual al general del local. Como es lógico, el método será más válido cuanto mayores sean aquellas zonas.

El proceso a seguir en el método es el siguiente:

1. Determinar el nivel de iluminación requerido según la actividad a desarrollar en el local. En este capítulo se tabulan (Tabla II-2 fin del Capítulo) como orientación algunos valores tipo, de intensidad de iluminación.

2. Seleccionar el sistema de alumbrado y las luminarias, atendiendo a la curva polar de distribución y tipo de reparto (directa, semi-directa, etc.)

Sistema de Iluminación	Distribución del Flujo luminoso en tanto por ciento	
	Hacia arriba	Hacia abajo
Iluminación Directa	0 a 10	100 a 90
Iluminación Semi-directa	10 a 40	90 a 60
Iluminación Gral. Difusa	40 a 60	60 a 40
Iluminación Semi-indirecta	60 a 90	40 a 10
Iluminación Indirecta	90 a 100	10 a 0

Fuente de Información: Manual de Alumbrado Westinghouse.

3. Determinar el coeficiente de utilización, es decir la relación entre el flujo útil y el emitido por las lámparas.

Se calcula mediante las tablas (Tabla II-1 fin del Capítulo) específicas para cada tipo de luminaria, en las que se entra con:

- Indice de local
- Forma de la armadura, sistema de iluminación
- Los coeficientes de reflexión de paredes y techo

El índice o coeficiente de local viene en función de las dimensiones geométricas del mismo, así como de la altura de montaje de las luminarias, según las fórmulas siguientes:

Caso de iluminación directa o semi-directa:

$$R = \frac{a\ 1}{h'(a+1)} \qquad \text{(Fórmula \# 3)}$$

Caso de iluminación indirecta:

$$R = \frac{3}{2}\ \frac{a\ 1}{h''(a+1)} \qquad \text{(Fórmula \# 4)}$$

En las que:

a = ancho del local

l = longitud del local

h = altura total

h' = altura de montaje sobre el plano de trabajo

h'' = altura del techo sobre el plano de trabajo

4. Estimar el factor de conservación (Tablas II-1 fin del Capítulo).

5. Calcular el número de lámparas o luminarias requeridas. Se calcula por medio de las Fórmulas

$$E = \frac{\emptyset \text{ útil}}{S} \quad \text{(Fórmula \# 2)}$$

K = coeficiente de utilización

M = factor de mantenimiento o conservación

$\emptyset$ útil = $\emptyset$ total.K.M.

(Fórmula # 5)

y de aquí:

$$N°\text{lamp.} = \frac{\text{Nivel luminoso x superficie local}}{\text{Flujo de una lamp x coef. de utilizacion x factor de mantenimiento}}$$

(Fórmula # 6)

$$N°luminarias = \frac{\text{número de lámparas}}{\text{número de lámparas por luminaria}} \qquad \text{(Fórmula \# 7)}$$

El número de lámparas requeridas es directamente proporcional al producto del nivel luminoso y la superficie del local e inversamente proporcional al producto del flujo de una lamp, coef. de utilización y factor de mantenimiento (Fórmula # 6).

El número de luminarias es directamente proporcional al número de lámparas e inversamente proporcional al número de lámparas por luminaria (Fórmula # 7).

6. Determinar la colocación de las luminarias teniendo en cuenta la relación entre su separación máxima y la altura de montaje, dato que se encuentra en las tablas para el cálculo del coeficiente de utilización (Tabla II-1 fin del Capítulo).

2.4.2.1.8 Ejemplo de cálculo de una instalación de alumbrado:

Cálculo del alumbrado de una oficina de dimensiones 6,2 x 10 x 3,50 m., para obtener un nivel luminoso de 350 luxes. Las paredes poseen un coeficiente de reflexión medio del 50% y el techo del 70%.

1. Nivel requerido: 350 luxes

2. Selección del sistema de alumbrado; por la actividad que se ha de desarrollar en el local, lo conveniente es utilizar una iluminación de tipo directo. Se han escogido tubos fluorescentes de color blanco cálido.

Flujo emitido por lámpara = 2.800 lúmenes.

Las luminarias se componen de dos tubos fluorescentes de 40 watios con una pantalla difusora de plástico de (16.2 x 125 cm.).

3. Cálculo del índice del local: según la Fórmula # 3

con una altura de montaje de 2.8 metros sobre el plano de trabajo resulta:

$$R = \frac{a \times 1}{(a+1)h'} = \frac{6.2 \times 10}{16.2 \times 2.8} = 1.37$$

(Fórmula # 3)

De la Tabla (Tabla II-1 fin del Capítulo), correspondiente a la luminaria descrita anteriormente y considerando los coeficientes de reflexión de la superficie, resulta que el coeficiente de utilización es = 0.345 (interpolando para el índice del local).

4. Factor de mantenimiento: Se puede considerar un local con buenas condiciones de mantenimiento. Factor = 0.70.

5. Para calcular el número de lámparas se usarán las fórmulas # 6 y # 7.

$$N°\text{luminarias} = \frac{\text{Nivel luminario x Superficie local}}{\text{flujo por luminaria x coef. utiliz. x fac. mantenimiento}}$$

Superficie del local = 62 m^2

Flujo por luminaria = 2 x 2.800 = 5.600 lúmenes

$$N°\text{luminarias} = \frac{350 \times 62}{5.600 \times 0.345 \times 0.7} = 16.1 = 16$$

6. Sobre la distribución de las luminarias se deberá tener en cuenta que la separación entre ellas no debe ser superior a 1,2 por 2,8 = 3.35. Para facilitar las modificaciones, el estudio de diversos tipos de luminarias, las posibles zonificaciones, además de poder repasar los cálculos con relativa facilidad, se acostumbra a utilizar unos formatos similares al que indico a continuación (Formulario II-1).

FORMULARIO II-1

CALCULO DE ILUMINACION - SISTEMA DEL FLUJO

Local	Nivel de Iluminación (luxes)	Superficie en m^2	Indice Local	Coeficiente utilización	Factor de Mantenimiento	Equipo de Iluminación: Potencia	Equipo de Iluminación: Tipo	Sistema de Iluminación: Directo	Sistema de Iluminación: Indirecto	Altura de Montaje	Lúmenes por Luminaria	Nº puntos de luz	Tipo de Pantalla: Elegido
OFICINAS	350	6.2x10x62	1.37	0.345	0.70	2x40	Blanco Cálido	x	-	280	5.600	16	Luminarias con pantalla difusora

2.4.2.2 Ubicación de salidas de alumbrado:

Por el cálculo de iluminación obtenemos el número necesario de lámparas para un determinado local, al proceder a ubicarlas en el plano, es necesario determinar las condiciones del local y su forma geométrica. El ordenamiento de las salidas, debe tender a dar una forma estética al conjunto de luminarias.

No se pueden dictar normas fijas para la ubicación de las salidas de alumbrado; sin embargo podemos basarnos en las distribuciones que indico a continuación, para tener un punto de referencia en la distribución de luminarias (Figura II-1).

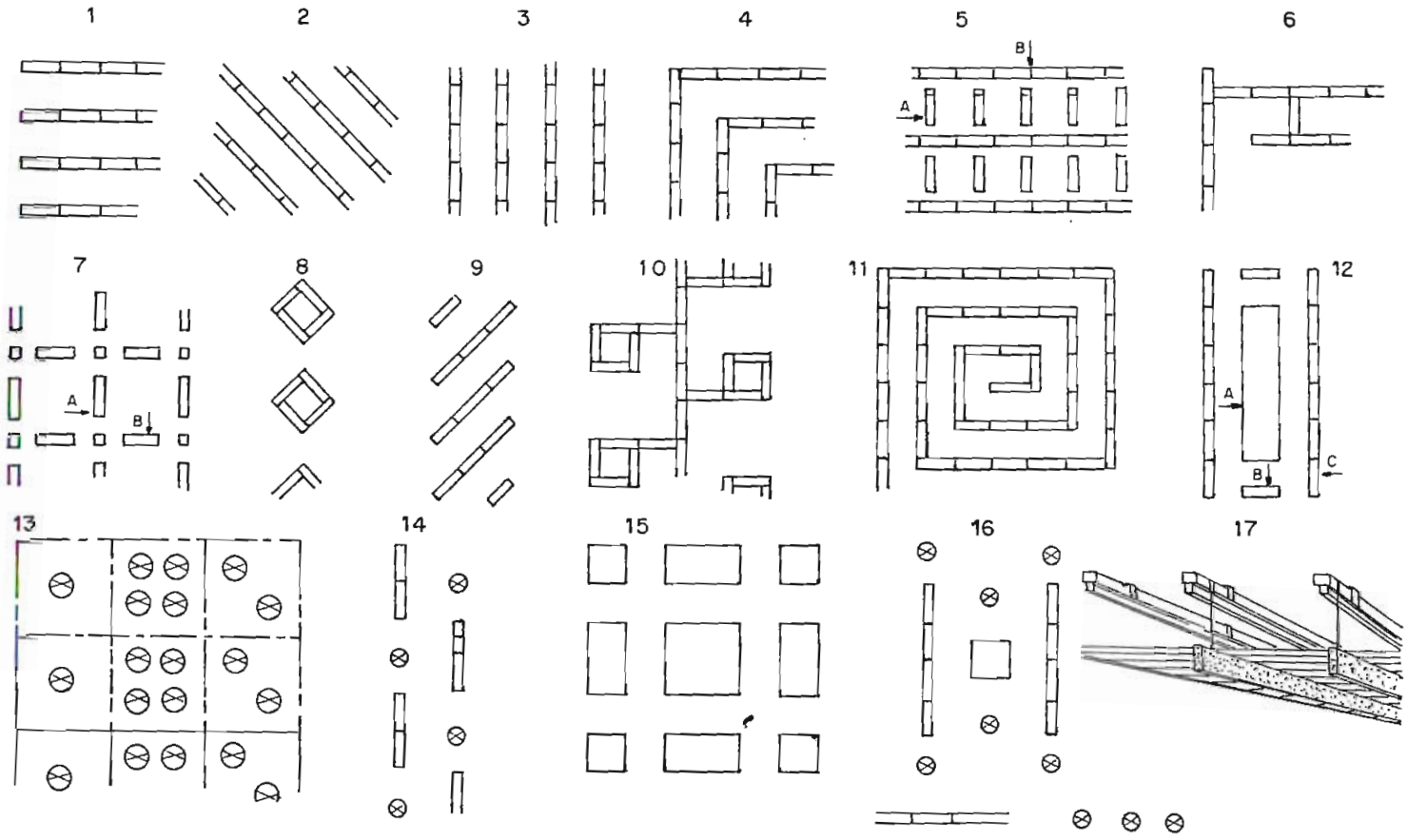
Es importante tener en cuenta las facilidades de instalación; ya que una luminaria puede en el plano aparecer como bien ubicada pero en la construcción ocasiona problemas difíciles de resolver. Para evitar esta serie de problemas, debe estudiarse detenidamente las características de construcción del edificio que se proyecta (en lo referente a tipo de cielo raso, ubicación de columnas, etc.).

2.4.2.3 Ubicación de control de luces:

Las luces deben ser controladas y por ende debe representarse en los planos los sitios de operación de dichos controles. Estos deben ser ubica-

Figura II-1

DISTRIBUCION DE LUMINARIAS



dos en sitios de fácil acceso y manejo, tomando en cuenta que no deben estar expuestos a daños mecánicos. Los interruptores deben colocarse en forma tal, que se pueda ver las lámparas o el aparato que ellos comandan, salvo el caso de un comando a distancia especialmente justificado. En lo posible debe evitarse la instalación de interruptores en columnas, en pilares a la intemperie, etc.

Para identificar las salidas de alumbrado que son controladas por un determinado interruptor, se indicará en los planos por medio de letras, tanto en las salidas de alumbrado como en los interruptores. (Los interruptores deben instalarse a una altura no menor de 1.40 metros sobre el piso.

2.4.2.4 Ubicación de tomas de corriente:

El número de salidas está determinado por el tipo de locales a proyectarse. Las consideraciones hechas para el caso de ubicación de control de luces son válidas para el caso de tomas de corriente (los tomas deben ser instalados a una distancia no menor a 30 cm. sobre el piso terminado).

2.4.2.5 Ubicación de tomas especiales de fuerza:

El número y ubicación de estas salidas depende de la funcionalidad que se

quiera dar al edificio. Como estas salidas en su mayoría, tienen potencias superiores a 1.500 watios es prudente ubicarlas en lugares seguros y con mínimo riesgo de daño.

2.4.3 Circuitos Eléctricos

Luego de ubicadas las salidas de alumbrado y fuerza, podemos considerar que los planos están listos para poder proyectar los circuitos.

Previo al estudio del diseño es necesario recordar los tipos normales de distribución que están a nuestro alcance.

2.4.3.1 Sistema Monofásico: (110 o 120 Voltios dos conductores)

Es muy común en nuestro medio para residencias, en especial en construcciones antiguas, sistema poco flexible, nos da opción a un solo voltaje.

SISTEMA MONOFASICO A DOS CONDUCTORES

Figura II-2

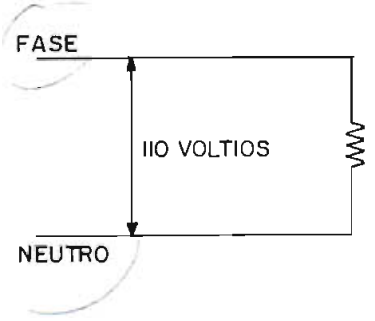
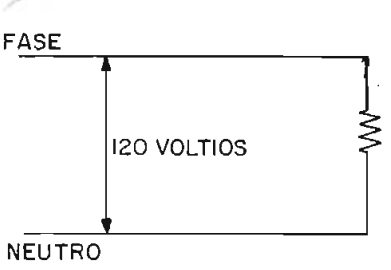


Figura II-3



2.4.3.2 Sistema Monofásico a 3 Conductores (Voltajes de 110/220 Voltios, 120/240 Voltios)

En las residencias y en el apartamento moderno, este sistema es muy utilizado, también en edificios de oficinas, centros de educación, multifamiliares, almacenes, etc. Este sistema tiene la ventaje de servir en dos voltajes simultáneamente, reduce considerablemente la caída de tensión en relación al monofásico a dos conductores, económicamente reduce el costo del conductor ya que dos circuitos independientes pueden ser alimentados tan sólo por tres conductores.

SISTEMA MONOFASICO A TRES CONDUCTORES

Figura II-4

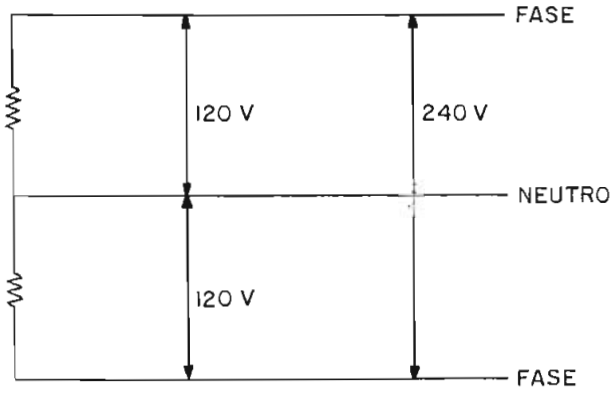
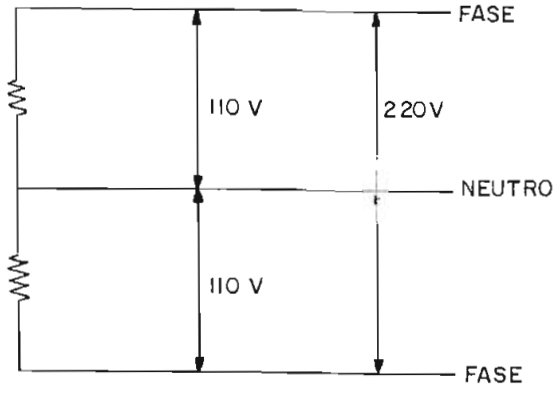


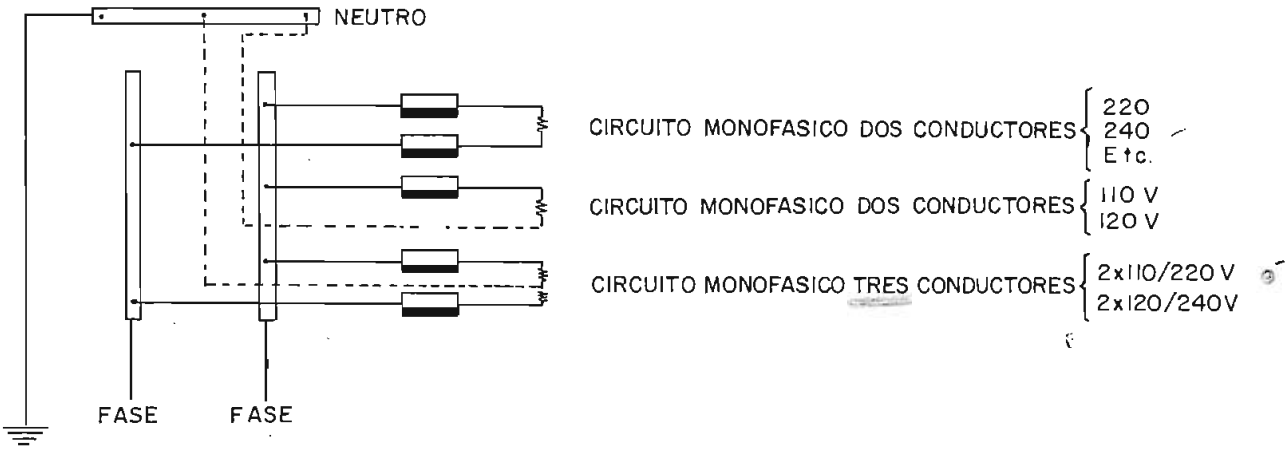
Figura II-5



Este sistema lógicamente nos permite obtener circuitos monofásicos a 220 o 240 voltios, 110 o 120 voltios a dos conductores.

SISTEMA MONOFASICO A TRES CONDUCTORES

Figura II-6



2.4.3.3 Sistema Trifásico a tres y cuatro conductores: (Voltajes 220 voltios - 3 conductores, 120/208 voltios - 4 conductores)

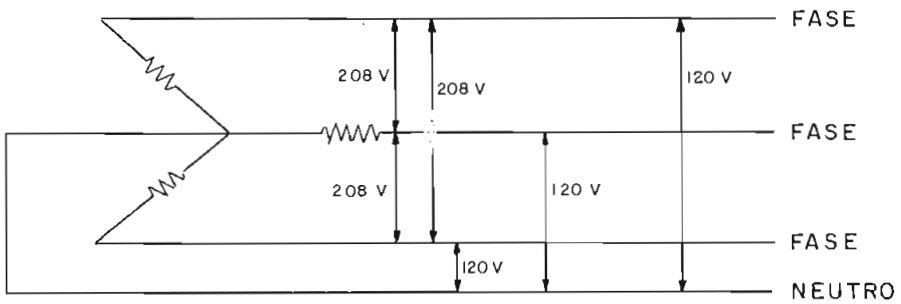
Este sistema es utilizado en todo edificio industrial moderno incluyendo además residencias y apartamentos que requieren de elevadas potencias para ser funcionales. Como en el caso anterior nos permite utilizar dos voltajes simultáneamente, reduce la caída de tensión, se puede alimentar

a tres circuitos independientes a 120 voltios, con tan sólo cuatro conductores, dos circuitos con tres conductores y lógicamente circuitos monofásicos a dos conductores en 120 voltios y simultáneamente un monofásico a 208 voltios.

Nos permite servir a equipos de considerable potencia a 208 voltios (trifásico) con tres o cuatro conductores según el caso.

SISTEMA TRIFASICO CONEXION ESTRELLA-4 CONDUCTORES

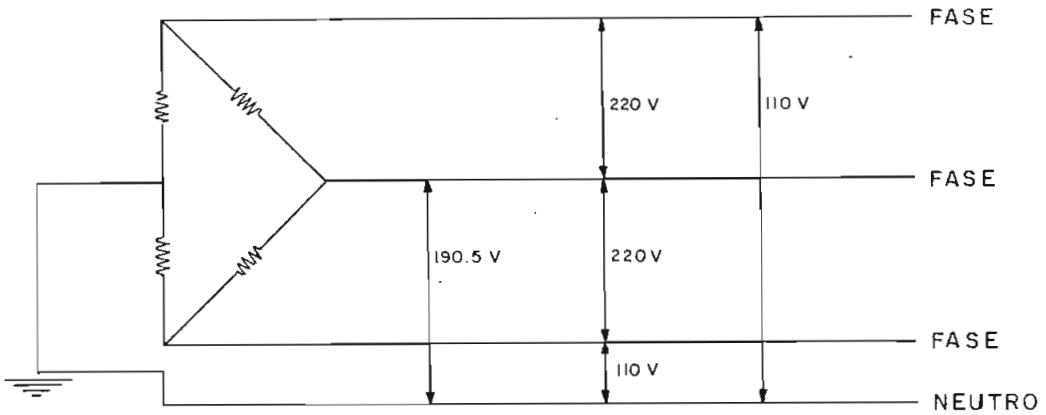
Figura II-7



3 circ. redes de 120 V

SISTEMA TRIFASICO CONEXION TRIANGULO-4 CONDUCTORES

Figura II-8



Al igual que para la ubicación de salidas, es conveniente para el diseño de circuitos, seguir un ordenamiento en el diseño del proyecto.

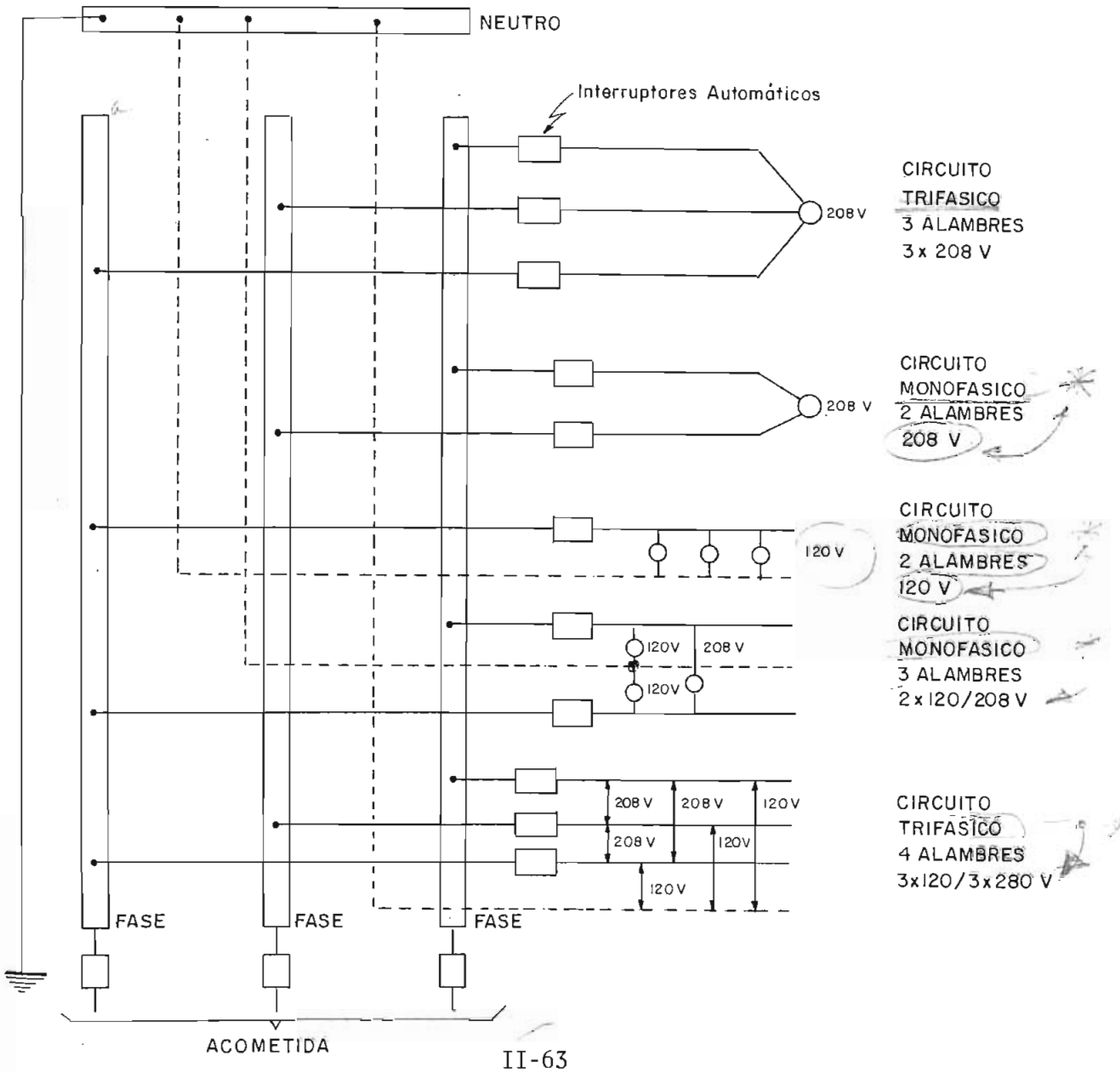
- Circuitos de alumbrado (incluído control de luces)
- Circuitos de tomas de corriente
- Circuitos de tomas especiales de fuerza

En el proyecto en sí, tenemos que realizar trazos de líneas que identifiquen el camino a seguir los circuitos, para evitar confusiones con líneas

SISTEMA TRIFASICO A CUATRO ALAMBRES

120/208 Voltios (Conexión Estrella)

Figura II-9



que indican detalles arquitectónicos, lo usual es representar los circuitos eléctricos mediante líneas curvas. Para diferenciar en los planos los distintos circuitos, es recomendable utilizar diferentes colores para cada tipo de circuito. Ejemplo: alumbrado-azul, tomas color rojo, cosa igual para cada uno de los circuitos especiales. Estas acotaciones al parecer tienen poca importancia, pero en la práctica resultan muy ventajosas.

2.4.4 Determinación del Mínimo Número de Circuitos de Alumbrado

De acuerdo a los requerimientos de las áreas a proyectarse se ha determinado el número de salidas de alumbrado y se tiene especificada la potencia para cada salida. Con estos datos podemos obtener la energía que requiere cada área, escogiendo el voltaje adecuado y procediendo a realizar un cálculo sencillo que determine el número de circuitos de alumbrado necesarios. El ejemplo siguiente ilustra el procedimiento.

Ejemplo:

- Oficina
- 60 salidas para alumbrado
- 100 watios por salida
- Factor de potencia = 1

  Potencia requerida 60 x 100 = 6000 watios.

$$\text{Corriente eléctrica requerida} = \frac{60 \times 100}{120} = \frac{6000 \text{ watios}}{120 \text{ voltios}} = 50 \text{ amperios}$$

Según el Código Eléctrico Ecuatoriano el conductor mínimo para alumbrado es el # 14 AWG de cobre (15 amperios).

$$\text{Número de circuitos de alumbrado necesarios} = \frac{50}{15} = 3{,}3 \text{ circuitos} = 4 \text{ circuitos con conductor \# 14 AWG}$$

o

$$\text{Número de circuitos de alumbrado necesarios} = \frac{50}{20} = 2{,}5 \text{ circuitos} = 3 \text{ circuitos con conductor \# 12 AWG}$$

En el siguiente numeral cuando tratemos de dimensionamiento de conductores se darán criterios y normas para establecer la corriente adecuada para casos específicos.

El buen funcionamiento y la comodidad que prestan los circuitos de alumbrado dependen de su escogitamiento; para que éste sea correcto, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Que sea independiente y de capacidad suficiente, es decir que en lo posible un circuito de alumbrado abarque un área específica y que suministre la potencia requerida por dicha área.
- Que cada circuito o circuitos sean utilizados en un ambiente determi-

nado sin permitir que salidas de un mismo circuito se hallen ubicadas sin ningún orden lógico.

- Que el circuito tenga proyección futura para lo cual es fundamental calcular el número de circuitos considerando únicamente el 80% de la capacidad máxima del circuito.

En la mayoría de los casos el tipo de lámpara y luminaria depende del capricho del arquitecto o propietario, por lo cual hay que especificar claramente la potencia con la que ha sido calculada cada salida, indicando los respectivos límites de utilización. Un criterio general es el de considerar las salidas de alumbrado con una potencia de 100 wats. cada una. Cuando la instalación requiera de arreglos especiales de iluminación con potencias elevadas, debe especificarse dichas cargas.

2.4.5 Circuitos de Tomas de Corriente

Como en el caso anterior podemos determinar el número de circuitos estableciendo la potencia requerida en cada área. En lo posible los circuitos de tomas de corriente y de alumbrado deben ser independientes entre sí, se podría en casos aislados mezclar salidas de alumbrado y tomas, siempre que esta mezcla no altere el buen servicio.

En el caso de que hayan circuitos de tomas con dos voltajes diferentes

120 y 220 voltios, se hace imprescindible que las salidas sean diferenciadas claramente con tomas especiales en el caso de las de 220 voltios. Un circuito muy apropiado para instalación de tomas de corriente dobles, es el monofásico a tres conductores, sugiriendo que uno de los conductores alimente siempre la mitad superior del toma.

2.4.6 Circuitos de Salidas Especiales

Determinados los artefactos y equipos eléctricos que demandan consumos de potencia considerables, que requieren circuitos independientes para cada uno de ellos, dependiendo dicho número de la cantidad de artefactos o equipos a instalarse.

Enumerar los equipos que requieren este tipo de circuitos sería interminable, ya que cada edificio tiene necesidades propias; lo importante es establecer criterios que nos permitan proyectar los circuitos sin mayor complicación.

La ubicación de las salidas está acorde en la mayoría de los casos a las funciones que va a desempeñar el artefacto, el tipo de circuito está relacionado con la potencia que requiere el equipo y las características del mismo, en el caso de que no sea posible identificar las características debe proyectarse de la manera más flexible, para que en el momento de

instalar el equipo no cause mayores problemas.

2.4.7 Identificación de salidas y circuitos

La identificación de las salidas (alumbrado, tomas, tomas de fuerza, etc.) que pertenecen a un mismo circuito se lo hace mediante un número colocado en la parte superior de la salida. Los circuitos que pertenecen a un mismo tablero deben numerarse, en lo posible, de acuerdo al orden siguiente:

- Circuitos de alumbrado
- Circuitos de tomas de corriente
- Circuitos de tomas especiales

2.4.8 Trazado de los Circuitos

Por medio de líneas curvas se va diseñando los diversos circuitos, procurando que los trazos indiquen de la mejor manera el camino a seguirse en la instalación, las distancias a recorrer los conductores deben ser lo más cortas posibles, tomando en cuenta el tipo de construcción prevista. Normalmente deben utilizarse símbolos diferentes para líneas eléctricas en el piso, pared, etc. (Ver Simbología).

2.5 CANALIZACIONES Y DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES

2.5.1 Generalidades

Para que un circuito funcione eficientemente, cualquiera que sea el tipo escogido y el nivel de voltaje adoptado, hay que utilizar conductores de diámetro apropiado para prevenir el desarrollo de temperaturas peligrosas y también para evitar la caída de tensión.

Prescindiendo del tamaño del conductor que se seleccione, es imposible evitar toda la caída de tensión. Pero dentro de las posibilidades prácticas hay que conservarla en su valor natural.

El tamaño de los conductores se debe elegir de modo que la máxima caída de tensión de los mismos, esté limitada por lo siguiente:

- Alimentador total más circuito ramal 5% máximo de caída de tensión
- Alimentador de tablero general a sub-tablero, 3% máximo de caída de tensión. La distribución de este valor puede ser como 1% en el alimentador y 2% en el circuito ramal o alternativamente 2% en el alimentador y 1% en el circuito ramal.
- Los circuitos ramales de tomas de corriente, salidas de alumbrado, tomas especiales de fuerza 2% de caída de tensión a partir del sub-tablero.

- Circuitos alimentados directamente del tablero general, 2.5% de caída de tensión
- Circuitos alimentadores a motores, 5% de caída de tensión a partir del tablero general.

Los valores antes mencionados están de acuerdo a las recomendaciones del NEC y complementados con valores utilizados en la práctica.

2.5.2 Determinación del Tamaño Mínimo del Conductor

Procedemos a determinar el amperaje máximo que tendrá que soportar el conductor y consultar luego las tablas II-5, II-6, II-7, II-8 (fin del Capítulo) y ver el menor calibre que se puede utilizar.

Estas tablas indican simplemente el tamaño mínimo admisible desde el punto de vista de la seguridad del conductor. Sin embargo, cuando se considera la caída de tensión, en muchos de los casos resulta insuficiente el conductor escogido.

2.5.3 Cálculo de la Corriente en los Conductores

Para los sistemas de distribución descritos en el numeral 2.4.3 la corriente eléctrica puede determinarse por las siguientes fórmulas; en las que: I = corriente del conductor, W = potencia en watios, F_p = factor de

potencia, E_p = Tensión entre fases, E_g = tensión entre fase y neutro.

Corriente Monofásica dos hilos: $I = \frac{W}{E_p x F_p}$ Fórmula II-8

Corriente Monofásica tres hilos: $I = \frac{W}{2E_g x F_p}$ Fórmula II-9

Corriente Trifásica tres hilos: $I = \frac{W}{1.73E_p x F_p}$ Fórmula II-10

Corriente Trifásica cuatro hilos: $I = \frac{W}{3E_g x F_p}$ Fórmula II-11

2.5.4 Cálculo de la Caída de Tensión

Factor limitante y de mucha importancia para determinar el diámetro del conductor es la caída de tensión. Un modo práctico y sencillo para calcularlo es utilizando las fórmulas siguientes:

2.5.4.1 Circuito monofásico - dos conductores

$$V = \frac{2K_1 \cdot I \cdot 1'}{d_1^2}$$ Fórmula II-12

V = caída de tensión

K_1 = resistividad del conductor (ohm pie/circular - mils)

I = corriente del conductor

$1'$ = distancia (simple) entre la fuente y la carga, en pies

d_1^2 = circular mils. (Tabla

Otra fórmula equivalente es

$$V = \frac{2\ K_2\ I\ lm.}{d_2^2}$$ Fórmula II-13

V = caída de tensión

K_2 = resistividad del conductor (ohm metro/mm^2)

I = corriente del conductor

l_m = distancia (simple) entre la fuente y la carga, en metros

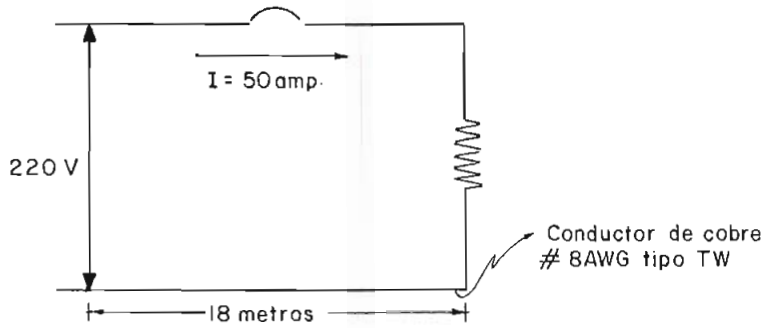
d_2^2 = área del conductor en mm^2 (Tabla

En las fórmulas anteriores se multiplica por el factor 2 para tener la longitud total del conductor.

Resistividad del cobre: 10.8 ohm. pie/circular mils

0.018 ohm. mts/mm^2

Ejemplo: Circuito Monofásico 2 Conductores



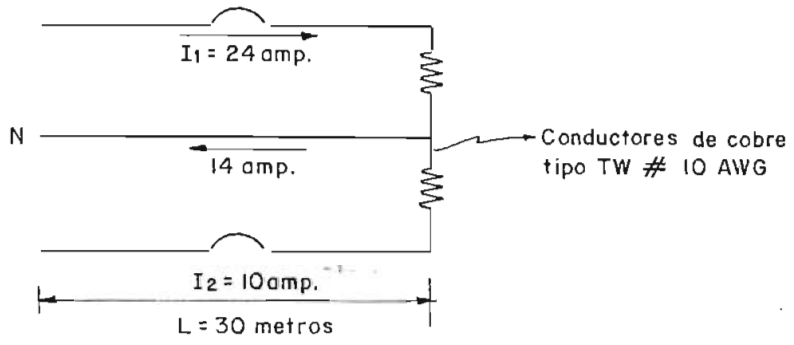
$$V = \frac{2^{*} \cdot K_2 \cdot I \cdot lm}{d_2^2} = \frac{2 \times 0.018 \times 50 \times 18}{8.366} = 3.87 \text{ voltios}$$

* Resistividad del cobre: 0.018 ohm. $\frac{\text{metro}}{mm^2}$

2.5.4.2 Circuito monofásico - tres conductores

$$V = \frac{2\ K_2\ I\ lm}{d_2^2}$$

Ejemplo:



$$V = \frac{2 \times 0.018 \times 24 \times 30}{5262} = 4.93 \text{ voltios}$$

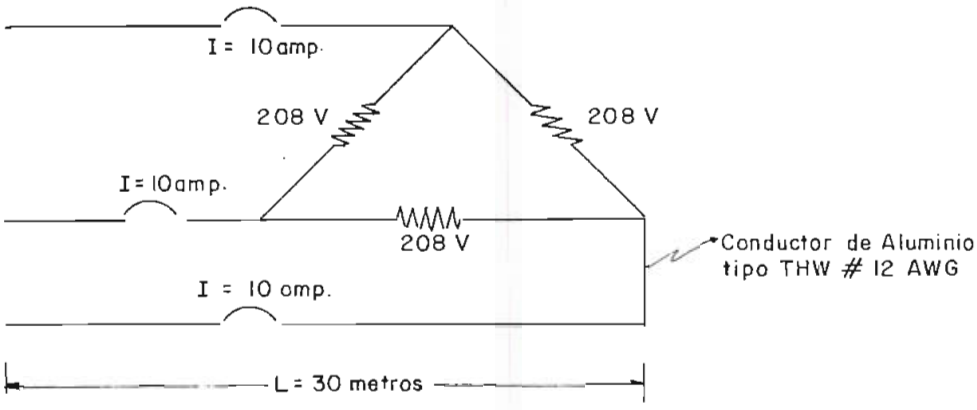
2.5.4.3 Circuito trifásico - tres conductores

$$V = \frac{2 K_2 I lm}{d_2^2} \times 0.866$$ Fórmula II-14

I es corriente de línea, pero como la caída de tensión V, es entre fases, multiplicamos I x 1.73 para obtener la corriente de fase y dividimos para 2 ya que la única distancia que hay que tomar en cuenta es la de la fuente a la carga.

Por esta razón multiplicamos por 0.866 $\left(\frac{1.732}{2} \right)$

Ejemplo:



Resistividad del aluminio (K_2) = 0.028 $\Omega mm^2/m$

$$V = \frac{2\ K_2\ I \times lm}{d_2^2} \times 0.866 = \frac{2 \times 0.028 \times 10 \times 30}{3309} \times 0.866 - 4.40 \text{ voltios}$$

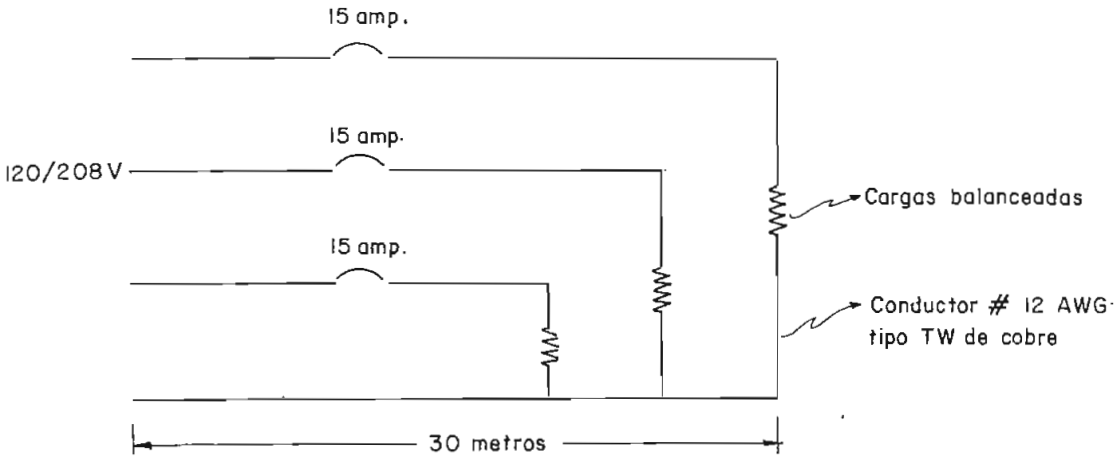
2.5.4.4 Circuito trifásico a 4 conductores

$$V = \frac{2\ K_2\ I\ lm}{d_2^2} \times \frac{1}{2}$$ Fórmula II-15

El factor de correción 1/2 se debe a que en el circuito trifásico, la resistencia del conductor de longitud lm. es la resistencia de una de las

fases y no del camino de ida y regreso, como el caso de las líneas monofásicas.

Ejemplo:



$$V = \frac{2 \times 0.018 \times 15 \times 30}{3309} \times \frac{1}{2} = 2.45 \text{ voltios}$$

Los valores obtenidos se comparan con los límites establecidos por caída de tensión, en el caso que el valor resultante sea mayor al límite, hacemos nuevamente los cálculos con el conductor de diámetro inmediato superior. Se puede deducir fácilmente que el chequeo de caída de tensión debe hacerse partiendo del conductor que por capacodad de conducción requiere el circuito, hacer con conductores de menor diámetro no tiene sen-

tido, aunque en algunos casos los resultados nos indiquen que la caída de tensión está dentro de los límites previstos.

2.5.5 Distancia Equivalente

En circuitos que sirven cargas distribuídas, homogéneas (de igual cos. Ø) y si el circuito utiliza conductor de la misma sección en toda su extensión, se puede hacer uso del método de la distancia equivalente (D).

Este método es muy simple y consiste en encontrar un circuito de longitud D, en cuyo extremo (asumimos) está conectada la suma de las cargas (carga total).

Este sistema nos permite chequear la posible caída de tensión por medio de la distancia equivalente obtenida.

$$\text{Distancia equivalente (D)} = \frac{(\lesssim \text{KVA} \times l)}{\lesssim \text{KVA}} \qquad \text{Fórmula II-16}$$

l = distancia del tablero de distribución a las cargas

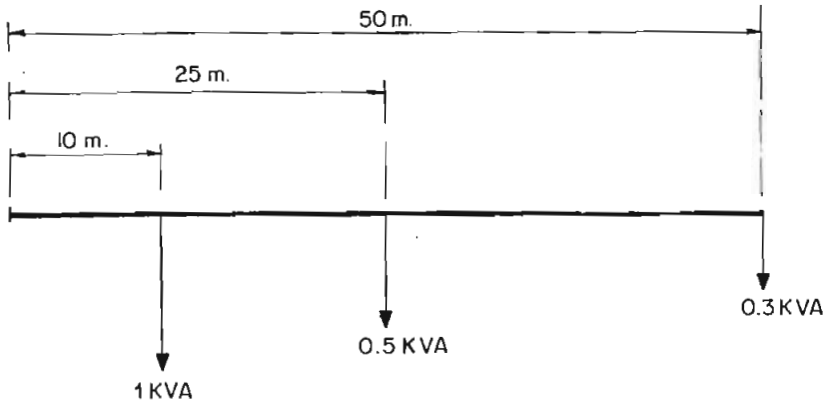
Ejemplo:

Circuito que alimenta 3 cargas

Carga # 1 1KVA l_1 = 10 metros

Carga # 2 0.5KVA l_2 = 25 metros

Carga # 3 0.3KVA l_3 = 50 metros



$$D = \frac{(1 \times 10) + (0.5 \times 25) + (0.3 \times 50)}{1+0.5+0.3} = \frac{37.5}{1.8} = 20.83 \text{ metros}$$

D = 21 metros (Distancia equivalente)

2.5.6 Tablas de Caída de Tensión

En muchos de los casos no hay necesidad de hacer cálculos más o menos engorrosos para saber el tamaño correcto del conductor que hay que emplear. Basta con las tablas II-14, II-15 que se incluyen al final del capítulo y que son de aplicación directa. Para cada tamaño de conductor se indica

la distancia en metros que transportará el amperaje que figura en la parte superior de las tablas.

Estas tablas han sido calculadas en base a las fórmulas II-12, II-13, II-14, II-15 que se emplean para el cálculo de caída de tensión.

Para las tablas de caída de tensión indicadas, debe tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

NOTA 1: Para voltajes diferentes al indicado en las tablas, debe utilizarse la siguiente relación directa: Voltaje nuevo/voltaje de las tablas.

Este factor se multiplica por las correspondientes distancias tabuladas, para encontrar los nuevos valores.

NOTA 2: Para caídas de tensión diferentes al 3% las distancias indicadas en las tablas se multiplican por los siguientes factores:

1/3 para 1% de caída de tensión

2/3 para 2% de caída de tensión

4/3 para 4% de caída de tensión

5/3 para 5% de caída de tensión

e t c.

2.5.6.1 Ejemplo de uso de las Tablas

Potencia instalada.- 1.5 KVA = 1.500 VA.

Alimentación monofásica 120 voltios - 2 conductores.

Distancia entre la fuente y la carga / 30 metros.

Caída de tensión esperada - 3%.

1.- Procedemos a calcular la corriente que circula por los conductores de acuerdo a la fórmula II-8

$$I = \frac{1500}{120 \times 1} = 12.5 \text{ amperios}$$

Según la tabla II-5 (fin del capítulo) el conductor mínimo recomendado para transportar esa corriente es el número 14 AWG de cobre.

2.- Chequeamos por caída de tensión el conductor antes indicado haciendo uso de las tablas, de la siguiente forma:

- El conductor N°14 AWG puede transportar 6 amperios - 34 metros, y 15 amperios - 14 metros. Como el valor que nos interesa es 12.5 amperios y éste no existe en las tablas, interpolamos el valor correspondiente de la distancia en metros haciendo relación directa con el valor superior 15/12.5 = 1.2 : 14 x 1.2 = 16.8 mtrs. Esto nos indica que el conductor N°14 AWG no puede transportar

12.5 amperios a la distancia de 30 metros.

- Pasamos al conductor de diámetro inmediato superior o sea el N° 12 AWG de cobre y procedemos de igual forma que en el caso anterior. Con este conductor los 12.5 amperios pueden ser transportados hasta una distancia máxima de 26.40 metros, que no reune las condiciones requeridas.

- Chequeamos nuevamente con el conductor inmediato superior o sea con el N°10 AWG de cobre, que según la table puede transportar 15 amperios una distancia de 35 metros. Este es el conductor apropiado para el caso planteado.

2.5.7 Conductores Mínimos Recomendados

Excluyendo los alimentadores tanto a sub-tableros como para salidas especiales, que se tratará en el siguiente numeral, debemos indicar que los conductores mínimos recomendados (según el NEC), para circuitos de alumbrado y tomas de corriente son los siguientes:

- Circuito de alumbrado, conductor N°14 AWG de cobre como mínimo.
- Circuitos de tomas de corriente, N°12 AWG como mínimo.

El conductor N°14 AWG de cobre, es recomendado para circuitos de alumbrado, pero refiriéndose más específicamente a residencias pequeñas, que a locales de un consumo mayor de potencia. Para proyectar con mayor flexibi-

lidad debe preveerse los circuitos de alumbrado con un conductor N°12 AWG de cobre como mínimo, con salvedad del caso que indicamos anteriormente.

En el caso de hacer uso de conductores de aluminio los calibres adecuados son el Nº 12 AWG para alumbrado y el N°10 AWG para tomas de corriente.

2.5.8 Canalizaciones

Las cualidades necesarias de seguridad y duración, de las instalaciones, dependen del uso adecuado de las tuberías para llevar los conductores. Existe actualmente una diversidad de tubos para ser utilizados en cada caso especial. Los más comunes son: el tubo metálico rígido y el tubo metálico eléctrico (EMT). Este tipo de tubo difiere con los tubos ordinarios para agua en que se han recocido de un modo especial para ablandarlos y que sea más fácil curvarlos. La superficie interior está preparada cuidadosamente para que los conductores puedan pasar sin grandes esfuerzos y sin que se produzcan daños en su aislamiento. Tiene un acabado interior y exterior resistente a la corrosión con el objeto de que su instalación pueda ser permanente.

2.5.8.1 Tubo Metálico Rígido:

El tubo metálico rígido puede ser utilizado en todas las condiciones at-

mosféricas y en todos los lugares, siempre que se cumpla lo siguiente:

a) Las canalizaciones y accesorios ferrosos que estén protegidos contra la corrosión solamente con esmalte, pueden ser utilizados únicamente en interiores y en locales no expuestos a condiciones corrosivas severas.

b) Donde sea factible, no se emplearán metales distintos en contacto, para evitar la formación de pares galvánicos.

c) Los tubos, curvas, anillos uniones y demás accesorios de metal ferroso o no ferroso, no se instalarán en concreto o en contacto directo con la tierra o en áreas sujetas a condiciones corrosivas severas.

No debe utilizarse ningún tubo de diámetro inferior al tamaño comercial 1/2".

El número de conductores permitido en una sola tubería metálica rígida estará conforme con los porcentajes de ocupación indicados en las tablas II-17 a II-21 (fin del Capítulo).

Todos los extremos de los tubos deberán escarearse para eliminar los bordes agudos.

Las uniones y correctores no roscados usados con tubería metálica rígida estarán bien apretados. Cuando vayan a ser empotrados en mampostería o concreto, deben ser de tipo hermético al concreto, y, cuando se instalen en lugares húmedos, deben ser del tipo hermético a la lluvia.

Las curvas en los tubos metálicos rígidos roscados se harán de manera de no dañar los mismos y el diámetro interior del tubo no debe ser reducido apreciablemente. El radio interior de las curvas hechas en la obra no será menor que lo indicado en la tabla II-22 (fin del Capítulo).

Un tramo de tubo entre salida y salida, accesorio y accesorio, o salida y accesorio, no contendrá más del equivalente de cuatro curvas de noventa grados (360°en total), incluyendo las curvas ubicadas inmediatamente en la salida o accesorio.

2.5.8.2 Tubo Metálico Eléctrico: (EMT)

El tubo metálico eléctrico (EMT) puede utilizarse en instalaciones a la vista y embutidas. El (EMT) no se utiliza:

1. Cuando en el curso de la instalación o después este expuesto a fuer-

tes daños materiales.

2. Cuando esté protegido contra la corrosión solamente con esmalte.

3. Cuando esté expuesto a la acción permanente de la humedad, a menos que esté recubierto por todos los lados por una capa de concreto sin escorias de un espesor no menor de 5 cm. o se entierre a una profundidad por debajo del relleno de por lo menos 45 cm.

No se utilizará ningún tubo de tamaño menor de 1/2", tamaño comercial eléctrico.

El número de conductores permitidos en un tubo, no sobrepasará los porcentajes de ocupación indicados en las tablas II-17, II-18, II-19, II-20, (fin del Capítulo).

Las curvas hechas en un tubo (EMT se harán de manera que éste no reciba daño y el diámetro interior no sea apreciablemente reducido. El radio interior de las curvas hechas en la obra no será menor que el indicado en la tabla II-22 (fin del Capítulo).

Un tramo de tubería, entre salida y salida, entre accesorio y accesorio, o entre salida y accesorio, no contendrá más del equivalente de cuatro ángulos de 90°.

Todos los extremos de la tubería deberán ser escareados para evitar daño a los conductores.

2.5.8.3 Número máximo de Conductores en Tuberías:

El número de conductores depende del díametro del tubo y tipo de conductor. Este tema queda cubierto con las tablas II-17 a II-21 que se indican al final del Capítulo.

En los planos eléctricos debe ir claramente especificado en cada tramo de tubería el diámetro del tubo utilizado y el número de conductores que van en él. Como he indicado en la simbología, la tubería no especificada indica media pulgada, ésta debe ser la única omisión en cuanto a especificación en el diseño.

Mi criterio personal es que debe indicarse con números los valores correspondientes a diámetros de conductores y tuberías, y número de éstos. En muchos de los casos resulta largo y parecería no tener sentido, pero en la práctica da muy buenos resultados, en especial en edificios donde hay que hacer instalaciones muy sofisticadas.

Los conceptos relacionados con los tubos metálicos rígidos y el tubo metálico eléctrico (EMT) corresponden a los Arts. 347 y 348 del NEC.

2.6 ALIMENTADORES

2.6.1 Definición

El circuito que va desde el tablero general y/o de medidores a los tableros de distribución de un edificio (consideramos también como alimentadores, a aquellos circuitos que alimentan desde el tablero general y/o desde sub-tableros a cargas especiales de fuerza). Las dimensiones de un alimentador están limitadas o dependen de las cargas establecidas para distribución de circuitos, las previsiones de futuros aumentos de carga, y la caída de tensión en los conductores del alimentador.

2.6.2 Cálculo de Alimentadores

El cálculo de los alimentadores representa la tarea más importante en el diseño del proyecto de instalaciones, ya que un sistema de alimentadores correctamente diseñado resulta económico, seguro, y muy flexible.

El cálculo de un alimentador no es sinónimo de suma de cargas y división para voltios. Es la aplicación de criterios profesionales, para determinar la carga instalada, y la reserva futura, con la mayor aproximación posible, para que resulte económico el sistema que diseñamos y cualquier ampliación posterior.

Alternativamente al método que a continuación voy a explicar, para determinar la carga instalada en un edificio de cualquier característica que éste sea, se puede utilizar otros métodos.

El sistema consiste en contabilizar las salidas: de alumbrado, tomas de corriente, tomas especiales de fuerza, dando valores de potencia a cada una de estas salidas e identificando por separado, las cargas que pertenecen a un mismo circuito y grupo de circuitos, que forman parte de un tablero o sub-tablero. La determinación de la carga instalada se complica conforme aumenta la importancia del edificio a proyectarse (entendiéndose por importancia en lo referente a carga instalada).

En numerales anteriores, se indicó que los circuitos debían ser diseñados de tal forma, que sirvan independientemente a las diferentes áreas de un edificio, lógicamente los tableros a que pertenecen estos circuitos deben suministrar fuerza igualmente por separado. Por esta razón al contabilizar las salidas y determinar la carga instalada, debemos hacerlo considerando cada tablero por separado, para luego agrupar y determinar la carga total instalada en el edificio.

El ingeniero que proyecte una instalación en un edificio industrial está en capacidad suficiente para diseñar un formulario, que facilite agrupar

las cargas para determinar la capacidad instalada. Pongo a consideración los formularios II-2, II-3, II-4, que pueden ser muy útiles.

Con los datos recopilados y agrupados en los formularios II-2, II-3, II-4, disponemos de la carga instalada correspondiente a sub-tablero, sub-tableros, y tablero general, pudiendo determinar la demanda de potencia, considerando factores específicos para cada caso particular. La aplicación de los factores de demanda está de acuerdo al edificio proyectado, ya que hay locales que requieren permanente suministro de energía, mientras otros lo necesitan pero no con la misma exigencia. En resumen la demanda está relacionada con la simultaneidad con la que los circuitos de alumbrado, tomas de corriente, equipos o artefactos eléctricos estén funcionando.

Los factores de demanda recomendados para alimentadores son los siguientes:

Factores de Demanda para Alimentadores

TIPO DE AMBIENTE	CARGA A QUE SE APLICA	FACTOR DE DEMANDA
*Residencias	1500 watios o menos	100%
	próximos 100000 watios (incluído calentadores, lavadoras y artefactos similares)	35%
	Exceso de 101500	25%

Tipo de Ambiente	Carga a que se aplica	Factor de Demanda
Edificio Apartamentos:	10000 watios o menos	60%
	próximos 90000 watios	35%
	Exceso de 100000	25%
Hospitales:	área de emergencia	100%
	60000 watios o menos	50%
	Exceso de 60000	20%
Hoteles:	15.000 watios o menos	55%
	próximos 65000	35%
	Exceso de 80000	20%
Bancos Barberías Salones de Belleza Iglesias Clubes Otros Similares	20000 watios	100%
	próximos 50000	80%
	Exceso de 70000	70%
Garages comerciales Edificios Industriales Edificios de oficina Restaurantes Centros de Educación Otros similares	10000 watios	100%
	próximos 70000	90%
	Exceso de 80000	80%

* Salvo el caso de pequeñas residencias en las que estos factores no son aplicables por cuanto la potencia instalada es mínima. Para este tipo de residencias deben aplicarse criterios personales, en base a la real utilización de los aparatos instalados.

Los factores de demanda de la tabla anterior están basados en los valores recomendados por el NEC; con pequeñas modificaciones que nos permiten utilizar dichos factores en nuestro medio.

Además, se han incluído tablas (II-23 a II-26) que indican los factores de demanda para la instalación de cocinas eléctricas, calentadores, secadoras de ropa, etc. (final del Capítulo).

Hay que diferenciar en el cálculo de la demanda, las cargas por locales y la general del edificio, ya que la demanda total en algunos casos, no es la suma de demandas parciales calculadas para sub-tableros, sino la suma total de la carga instalada, multiplicada por el factor de demanda correspondiente. De las tablas anteriores podemos deducir que mientras mayor sea el número de aparatos instalados menor será el factor de demanda a aplicarse.

FORMULARIO II-2

CARGAS ALIMENTADAS POR EL TABLERO.....

*LOCALIZACION	Alumbrado		Tomas de Corriente		Tomas Especiales	
	**Circuitos	**Salidas	Circuitos	Salidas	Circuitos	Salidas
T O T A L						

* Localización: Indican el área alimentada por los circuitos y la correspondiente ubicación de salidas.

** Circuitos-Salidas: Indican el número (cantidad) de circuitos y salidas instalados en una determinada área.

FORMULARIO II-3

POTENCIA INSTALADA TABLERO .....

Identificación	Nº Salidas	Potencia Instalada por Salida (Watios)	Potencia Instalada Total	Factor de Potencia
Alumbrado				
Total:				
Tomas de Corriente				
Total:				
Salidas Especiales				
		Total:		
		TOTAL GENERAL:		

FORMULARIO II-4

DEMANDA DE POTENCIA TABLERO .....

Identificación	Potencia Instalada (KVA)	Factor de Demanda	Demanda de Potencia (KVA)
Alumbrado			
		Total:	
Tomas de Corriente			
		Total:	
Salidas Especiales			
		Total:	
		TOTAL GENERAL:	

Conocida la demanda de cada sub-tablero, procedemos al cálculo de la corriente eléctrica que va a soportar el alimentador. Para esto aplicamos las fórmulas II-8, II-9, II-10, II-11 indicadas en el numeral 2.5.3. Procedemos luego a encontrar en las tablas II-5 a II-8 (fín del Capítulo) el calibre del conductor, luego hacemos el chequeo correspondiente de caída de tensión por el método explicado en el numeral 2.5.4 y definimos el conductor mínimo apropiado, consecuentemente con ésto escogemos la tubería o ducto apropiado para proteger al conductor.

Antes de establecer el diámetro del conductor, debe establecerse la proyección de aumento de carga para el futuro, por esta razón debemos imponernos un factor de seguridad según el caso.

El mínimo conductor para alimentadores es el de calibre N°10 AWG de cobre (según lo establece el Código Eléctrico Ecuatoriano). Cuando en los cálculos obtenemos conductores superiores al N°2 AWG, tenemos que analizar el problema que causa trabajar con conductores gruesos, en residencias, apartamentos, locales comerciales pequeños, etc. Se debe procurar no usar calibres mayores al N°2 AWG ya que los tableros generalmente usados para este tipo de instalaciones no lo admiten; de acuerdo al criterio del que proyecta, se pueden utilizar dos, tres, cuatro, conductores por fase, con el objeto de no usar conductores extremadamente grue-

sos, lo que además puede significar cierta economía en cobre. Paralelamente a la reserva dejada en los alimentadores, se debe prever también en tuberías o en ductos el espacio necesario para poder incrementar el número de conductores o reemplazarlos por otros de mayor diámetro en el futuro.

2.6.3 Identificación de Alimentadores:

La identificación de alimentadores puede hacérsela usando el nombre genérico "alimentador" seguido del específico determinado por la denominación del sub-tablero, ejemplo: Alimentador STA (Alimentador a Sub-Tablero A). Recordemos que en correspondencia con cada tablero o sub-tablero hay un alimentador.

2.7 TABLEROS DE DISTRIBUCION

2.7.1 Definición

Uno o más paneles en los que van montados interruptores, mecanismos de protección para sobrecarga, barras de conexión y conductores con instrumentos de control y/o sin ellos.

2.7.2 Ubicación

Para determinar el sitio adecuado de un tablero de distribución tenemos

que tomar en cuenta los siguientes aspectos:

a) Que se encuentren ubicados en el centro de carga.

b) Que se encuentren ubicados a la menor distancia posible del ducto de instalaciones eléctricas, o en un lugar que facilite la alimentación desde el tablero general.

c) Que el lugar escogido no afecte a la estética del local; un tablero por más bien diseñado que sea no es decorativo.

Debe evitarse ubicar los tableros en lugares de difícil acceso o que permanezcan permanentemente con llave. En residencias o en edificios de apartamentos, un sitio bastante apropiado es el área de cocina o en el patio de servicio, (con las respectivas reservas, ya que puede ocurrir que desde el punto de vista del centro de carga no convenga), utilizando en lo posible las paredes junto a las puertas. Tomando en cuenta que como son tableros empotrados en la pared, al accionar las puertas no están expuestos a ningún daño.

2.7.3. Tableros a Instalarse

El número de tableros es ilimitado, depende directamente de los requerimientos de carga del edificio, el aspecto económico es un factor limitante para la instalación de tableros. Desde el punto de vista técnico,

mientras más centros de carga existan mejor se hará la distribución eléctrica. Para áreas bastante extensas, es conveniente ubicar varios subtableros comandados por un tablero general de área, que a su vez corresponde al tablero general de distribución o al tablero general de medidores.

En edificios de considerable altura y que implican una serie de servicios generales, es muy conveniente ubicar tableros en diferentes sitios, para alimentar en forma técnica dichos servicios. Cuando éstos pertenecen a varios usuarios y tienen áreas de circulación comunes, tales como hall y escaleras, difícilmente se pueden alimentar todos estos servicios desde un sólo tablero. En estos casos es conveniente ubicar tableros en los pisos intermedios, dependiendo el número de éstos de las exigencias de carga.

Para facilitar la identificación de circuitos, se puede ubicar tableros destinados exclusivamente para alumbrados, y junto a estos, tableros para fuerza (tomas de corriente y salidas especiales).

2.7.4. Protecciones de los Circuitos

La protección de los circuitos que son alimentados por un tablero, se la puede hacer por fusibles de tapón o los de tipo de cartucho, según el nú-

mero de amperios y de voltios de los circuitos que protejan. Teniendo que anotar que la tendencia en la técnica de las instalaciones eléctricas modernas es hacia los interruptores eléctricos automáticos. En un sólo tablero no puede haber más de 42 dispositivos contra sobrecarga, debido a limitaciones puestas por los fabricantes, por el tamaño del tablero y por el elevado número de dispositivos de protección que se concentrarían en un solo panel.

Cada fusible es un dispositivo contra sobrecarga. Si se emplean enterruptores automáticos los bipolares se cuentan como dos dispositivos de sobrecarga y los de tres polos como tres. Si el tablero de distribución contienen uno o más interruptores principales, éstos no se cuentan como parte integrante del límite de 42.

2.7.4.1 Interruptores Automáticos:

2.7.4.1.1 Definición

Los interruptores automáticos son dispositivos diseñados para abrir circuitos de corriente bajo condiciones anormales, sin sufrir avería alguna, y quedando en perfectas condiciones de funcionamiento para posteriores maniobras.

2.7.4.1.2 Ventajas

Entre otras ventajas que el interruptor automático tiene sobre el fusible, podemos citar la recuperación automática. Al producirse la anomalía se dispara o desconecta, y para reponer el servicio no es preciso más que accionar el mecanismo de mando manual.

Si antes de subsanar la avería tratamos de colocar otro fusible éste volverá a fundirse. Si antes de subsanar la avería, tratamos de reponer el servicio de un interruptor automático, se disparará nuevamente sin peligro alguno para el operador, ni para el circuito receptor protegido.

2.7.4.1.3 Número de Polos

El número de polos será uno, dos, tres, y se los denomina mono, bi, tri polares, en la práctica, en algunos casos pueden reemplazarse los interruptores bi o tripolares por la unión de dos o tres monopolares respectivamente.

La protección con tres automáticos monopolares no es aconsejable cuando se lo hace a un motor o receptor trifásico, puesto que al presentarse una anomalía en una fase del circuito, se disparará el autómatico correspondiente pero el circuito quedará con dos fases funcionando. Si lo que pro-

teje es un motor funcionará como monofásico, con una considerable sobrecarga, que obligará a los otros dos automáticos a dispararse o se ocasionarán desperfectos en los devanados del motor.

Sin embargo, hay ocasiones en las que un automático tripolar sería sustituído ventajosamente por tres monopolares. Tal sería el caso por ejemplo, de la instalación de alumbrado de un área bastante grande, en que las lámparas están conectadas entre fase y neutro. En este caso, si se dispara uno de los automáticos, quedaría fuera de servicio solamente la tercera parte del alumbrado y aunque provocaría un desequilibrio y unos transtornos en el transformador, sería sólo durante el tiempo necesario para localizar el daño, y depende de la capacidad del transformador y de carga que salió de servicio.

2.7.4.1.4 Capacidad de Maniobra:

El número de maniobras posibles es pequeño, la mayoría de interruptores automáticos admiten entre 10.000 y 20.000. El motivo de que no sean adecuados para usos en que la frecuencia de maniobra es elevada es, pues, la escasa duración. Ahora bien, si las condiciones de seguridad o la necesidad de comodidad son tales que compensan la cortedad de la vida del automático, no hay razón para que no se lo pueda emplear, de modo que queda a criterio del usuario su uso como interruptor normal.

Se ha de tener en cuenta también que no es rentable sacrificar determinados artefactos en pro de la vida del automático, ya que si bien éstos hoy son novedad, en el plazo de unos pocos años quedarán ampliamente superados por otros.

2.7.4.2 Protección contra Sobrecorriente

Si la corriente llega al tablero a través de un alimentador que ya esté protegido a no más de la capacidad del tablero, no hace falta colocar en éste, ningún dispositivo principal contra sobrecarga. Sin embargo, si la protección del alimentador es superior a la capacidad del tablero (por ejemplo un tablero para 100 amperios con un alimentador protegido para 200 amperios), entonces tiene que haber un dispositivo de protección en el tablero que puede consistir en uno o dos (pero nunca más de dos) disyuntores principales o juegos de fusibles. El calibre total en amperios de los dos combinados, no debe exceder de la capacidad del tablero.

2.7.5 Capacidad de los Tableros

Todo tablero de distribución debe estar marcado de modo claro y permanente con su calibre en amperios, voltios y número de fases. Si en el tablero hay distintos interruptores para 30 amperios o menos, de modo que cada circuito pueda conectarse o desconectarse en el tablero, entonces el calibre máximo admitido es de 200 amperios. Los tableros deben prever

una reserva mínima de un circuito por cada cinco circuitos instalados.

Para proteger conductores aislados en circuitos de alumbrado, tomas de corriente, artefactos de poca potencia, los automáticos tienen que ser ajustados a los siguientes valores:

CONDUCTOR Nº	INTERRUPTOR
14 AWG	15 amp.
12 AWG	20 amp.
10 AWG	30 amp.
8 AWG	40 amp.
6 AWG	50 amp.
4 AWG	70 amp.
2 AWG	100 amp.

Nunca se utilicen interruptores con ajustes más altos que los recomendados anteriormente, si se quiere proteger al conductor. (Información basada en el NEC).

2.7.6 Denominación de los Tableros

Para poder ubicar rápidamente los tableros y saber a qué área pertenecen,

es necesario identificarlos con denominaciones adecuadas. Considero personalmente que una forma apropiada para denominar a los tableros es la siguiente:

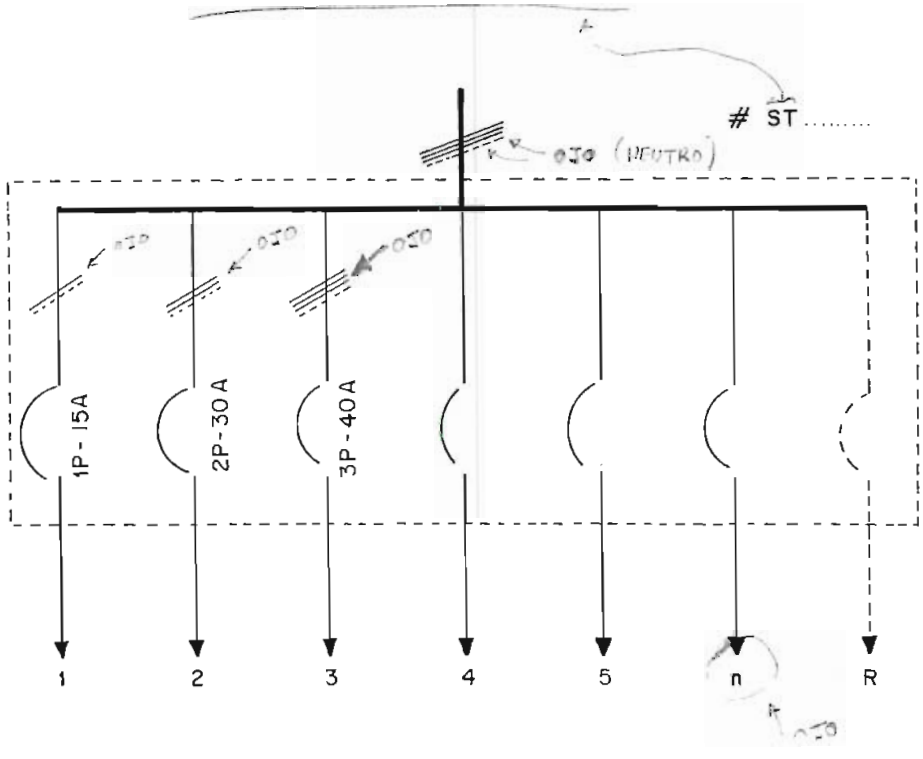
PLANTA BAJA:	.....	STA,	STB,	STC, etc.
PRIMER PISO:	.....	STA-1,	STB-1,	STC-1, etc.
SEGUNDO PISO:	.....	STA-2,	STB-2,	STC-2, etc.
'		'	'	' '
'		'	'	' '
'		'	'	' '
'		'	'	' '
'		'	'	' '
PISO N. :	.....	STA-N,	STB-N,	STC-N, etc.
SUBSUELO:	.....	STA-0,	STB-0,	STC-0, etc.
PRIMER SUBSUELO:	.....	STA-(-1),	STB-(-1),	STC-(-1), etc.
SEGUNDO SUBSUELO:	....	STA-(-2),	STB-(-2),	STC-(-2), etc.
'		'	'	' '
'		'	'	' '
'		'	'	' '
SUBSUELO N:	.....	STA-(-N),	STB-(-N),	STC-(-N), etc.

Con este sistema se puede saber fácilmente en qué planta se encuentra ubicado un tablero. A los tableros de servicios generales se los puede identificar como: STS-G, STSG-1, etc.

2.7.7 Diagramas unifilares de tableros de Distribución

Múltiples son las maneras de representar estos diagramas, pero todos con el mismo objetivo de indicar el número y tipo de circuitos, y las protecciones correspondientes.

DIAGRAMA UNIFILAR SUBTABLERO-----



——— fase del circuito

------ conductor neutro

—⌒— protección automática

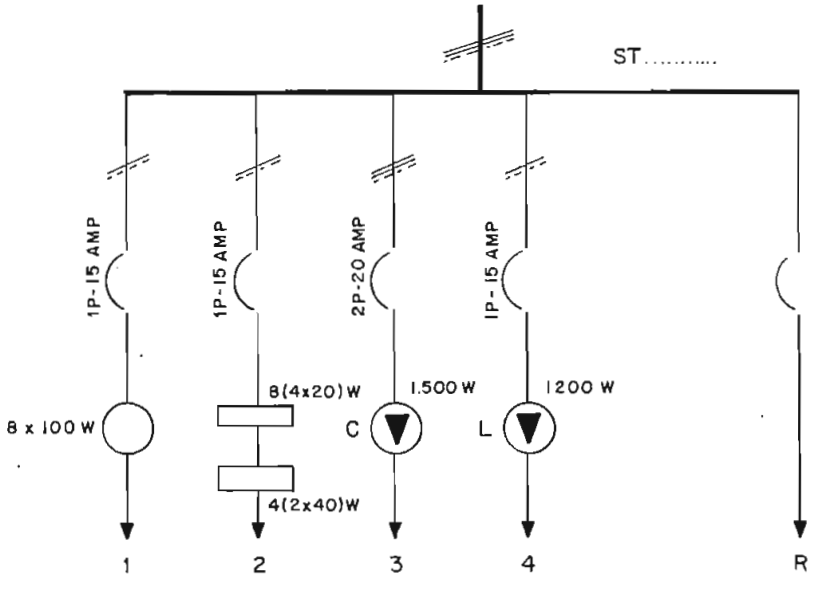
1P, 2P, 3P polos del interruptor automático

R circuito de reserva

1, 2, ..., n número de identificación de los circuito

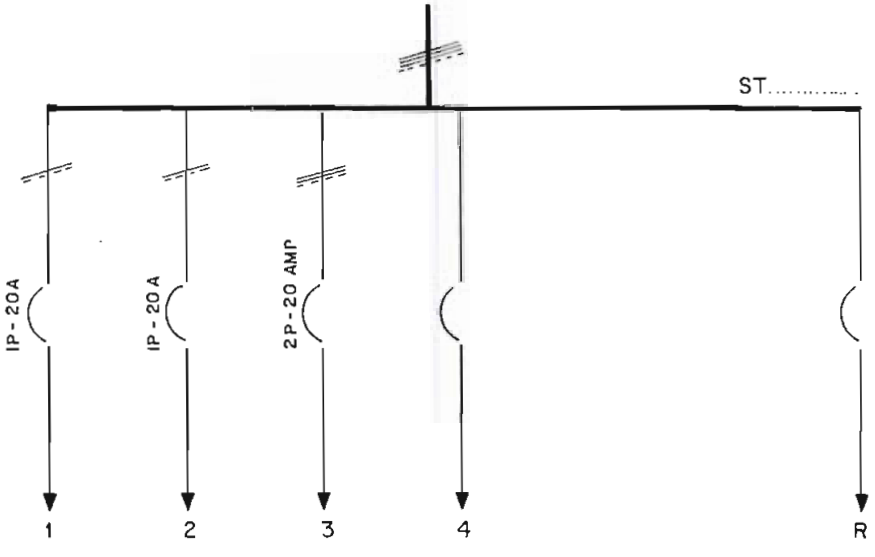
Por cada cinco circuitos que forman parte de un tablero, es necesario prever uno de reserva (en los diagramas, cualquiera que sea el número de circuitos, basta con representar uno de reserva).

DIAGRAMA UNIFILAR SUBTABLERO.....



En este diagrama, utilizando símbolos, indicamos el tipo y número de salidas conectadas a un circuito con la potencia respectiva.

DIAGRAMA UNIFILAR SUBTABLERO .....



LOCAL :.....
CIRCUITO DE:.....

LOCAL :.....
CIRCUITO DE:.....

LOCAL :.....
CIRCUITO DE:.....

CIRCUITO DE RESERVA

En edificios comerciales o industriales, que están identificados por un sólo propietario, todos los alimentadores están centralizados en un tablero general de distribución. Para estos casos el diagrama unifilar es el siguiente:

DIAGRAMA UNIFILAR "TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION"

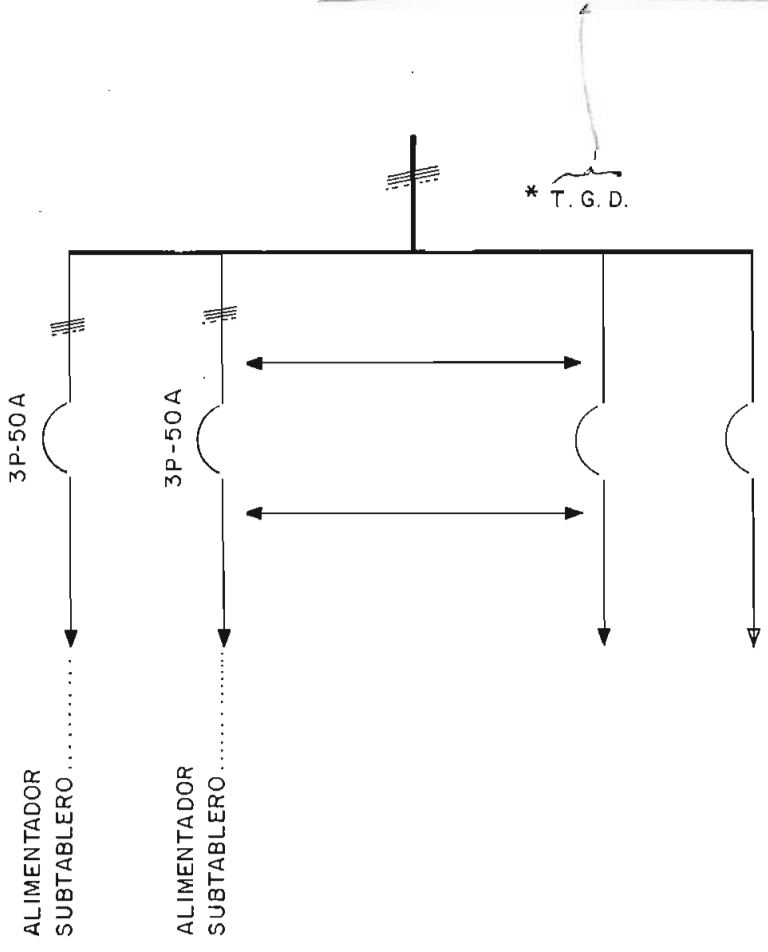
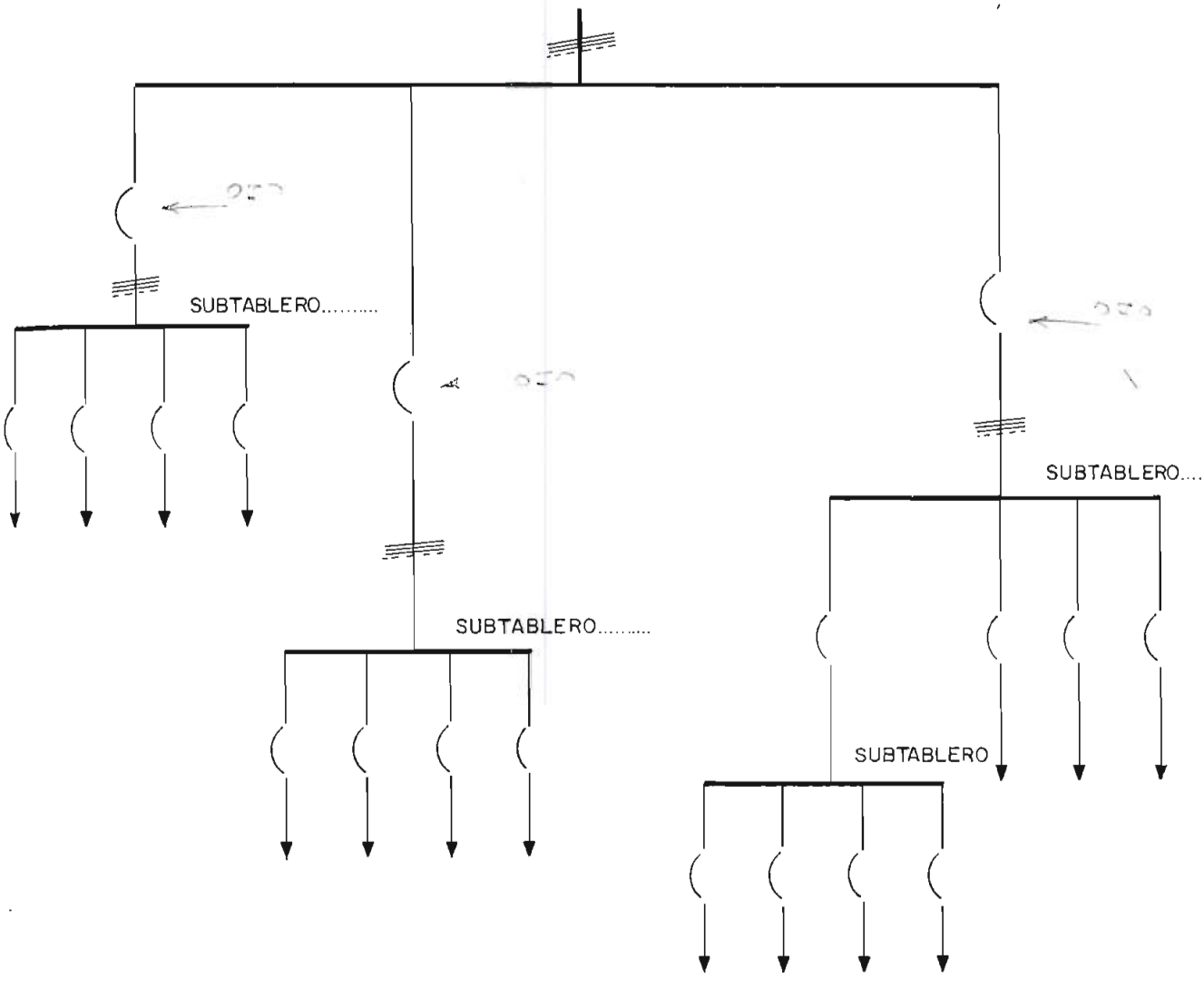
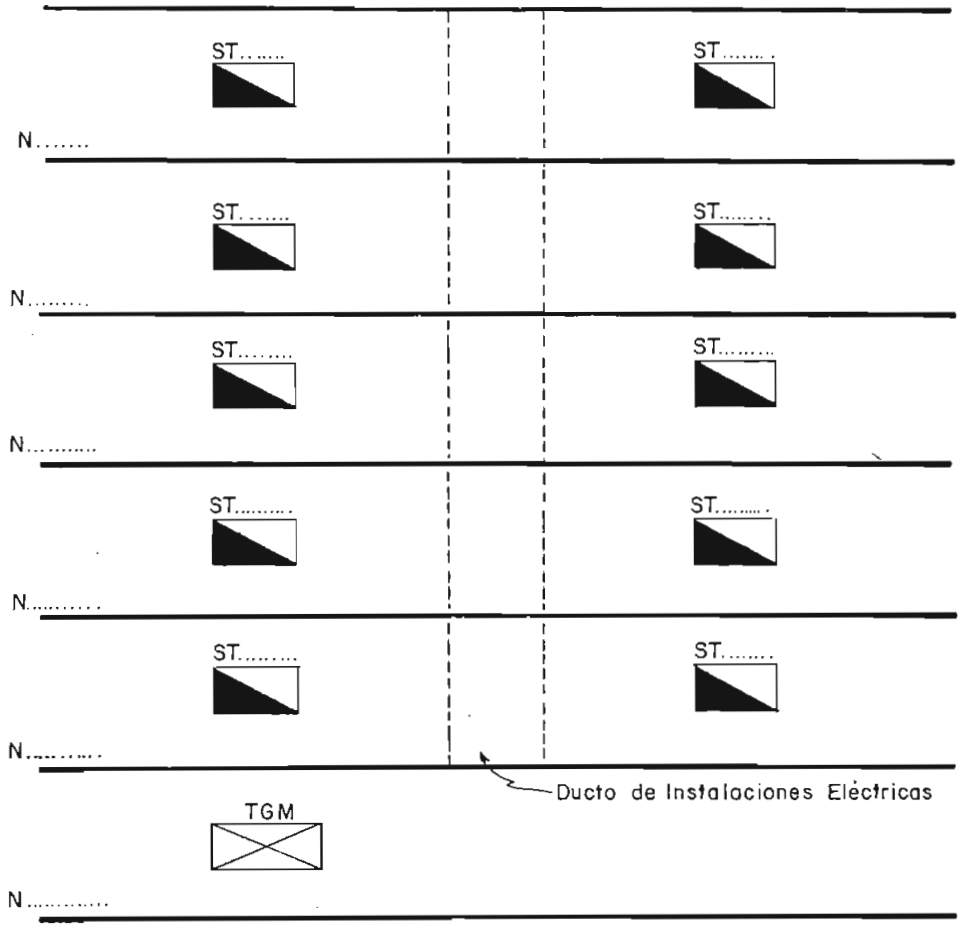


DIAGRAMA UNIFILAR "TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION"



2.7.8 Diagrama de Ubicación de Tableros

Partiendo de un corte (vertical) del edificio o planta industrial, en el que se encuentran especificados los niveles del mismo, procedemos a ubicar de una manera aproximada los tableros



2.8 SELECCION DE ACOMETIDA

2.8.1 Acometida

Conjunto de conductores y componentes utilizados para transportar energía desde la red de distribución hasta el tablero general y/o de medición de la instalación interior de un edificio.

2.8.2 Tipo de Acometida

La acometida está en función directa con el tipo de red que haya instalado la Empresa Eléctrica. Si la red de la Empresa es subterránea la acometida será subterránea. Si la red es aérea, y, si se trata de una casa de dos pisos, la acometida es aérea también. Si es un edificio industrial, los conductores bajan por el mismo poste, protegidos los últimos tres metros por tubería conduit, para continuar luego con acometida subterránea. Se supone únicamente acometida subterránea ya que un edificio de más de dos pisos tiene que alimentar potencias elevadas que requieren alimentadores de grueso calibre que dificultan el hacer acometida aérea.

El edificio puede ser servido en alta o baja tensión, según la potencia instalada, en el caso de que sea alta tensión, se preverá la acometida a la cámara de transformación y luego al tablero de medidores y, si se trata de baja tensión, la acometida se instalará directamente al tablero de medidores.

Cuando el edificio pertenece a varios usuarios, la acometida es única para todos ellos, pero con las debidas ramificaciones independientes de alimentación en el tablero de medidores. En vez de conductores unipolares se pueden utilizar cables de acometida (especiales). Los tipos de acometida más comunes son los monofásicos a dos y tres conductores, los trifásicos a tres y cuatro conductores, (ya he descrito anteriormente como son éstos sistemas).

La selección del conductor apropiado para la acometida, se lo hace de una forma similar al cálculo de los alimentadores.

2.9 TABLERO Y EQUIPO DE MEDICION

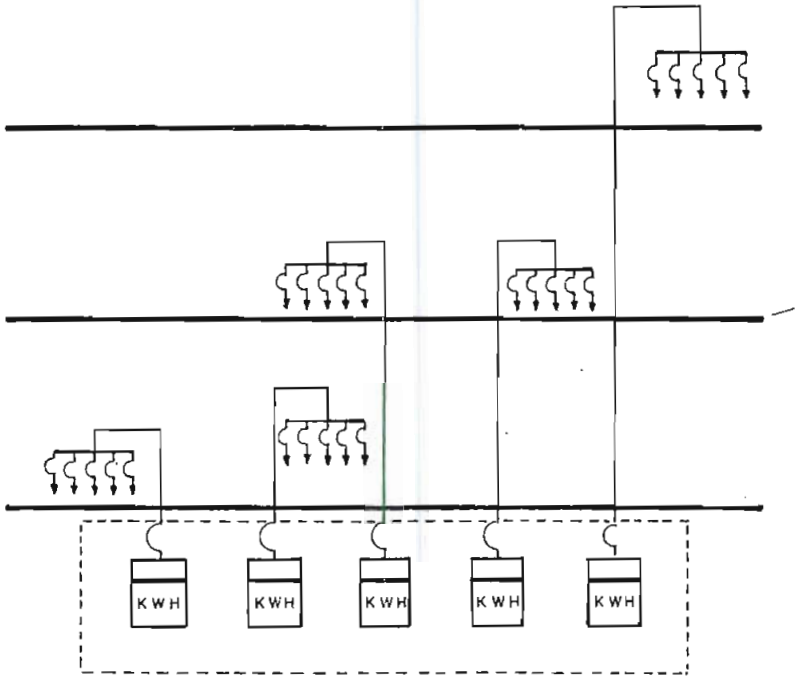
2.9.1 Generalidades

El tablero de medidores puede constar de un sólo medidor, como en el caso de residencias y edificios en los que el servicio eléctrico está destinado a un solo usuario, o de varios medidores en el caso de edificios que suministran energía eléctrica independientemente a los diferentes usuarios, considerando además que en estos casos de diferentes propietarios, es importante tomar en cuenta un medidor independiente para los servicios comunes.

2.9.2 Ubicación

Los medidores deben estar ubicados normalmente a la entrada del edificio o en un local destinado expresamente para este fin. El sitio del tablero de medidores debe estar en un área de fácil acceso. El espacio previsto debe ser exclusivo, de dimensiones adecuadas, y con acceso libre a través del área de uso público.

CENTRALIZACION DE MEDIDORES



En lo posible debe consultarse con la Empresa Eléctrica la ubicación del tablero de medidores y de la câmara de transformación, en caso de que sea necesario. Siendo ésta la que se reserva los derechos de aprobación del proyecto definitivo.

2.9.3 Tablero de Medidores

El sitio donde están concentrados los medidores, es un tablero, provisto de un interruptor principal e interruptores para corte. Para facilidad de operación, un tablero general de medidores debe ser dividido en: "Tablero para medidores" y "Tablero para interruptores automáticos".

El interruptor o suiche de acometida está ubicado en el tablero de medidores.

2.10 ALIMENTACION VERTICAL Y HORIZONTAL

2.10.1 Generalidades

Los grandes edificios, además de la elevada demanda de potencia para la iluminación, requieren una alimentación de energía eléctrica para un numeroso grupo de instalaciones como por ejemplo elevaciones de agua a presión, ascensores, etc.

2.10.2 Sistemas de Alimentación

Generalmente se precisa una alimentación de alta tensión, con una cámara de transformación. Normalmente esta estación se sitúa en un piso bajo.

El tipo de sistema depende de las dimensiones del edificio, de la longitud de la línea de alimentación y de la carga, se distinguen dos tipos: alimentación vertical y horizontal.

La disposición de la línea de alimentación vertical se determina en función del tamaño y de la forma del edificio, así como de la distribución de los locales. En edificios de plantas alargadas pueden disponerse varios alimentadores verticales a determinadas distancias, que dividen al edificio en zonas de alimentación.

2.10.3 Tipos de Alimentación Vertical en Representación Unipolar

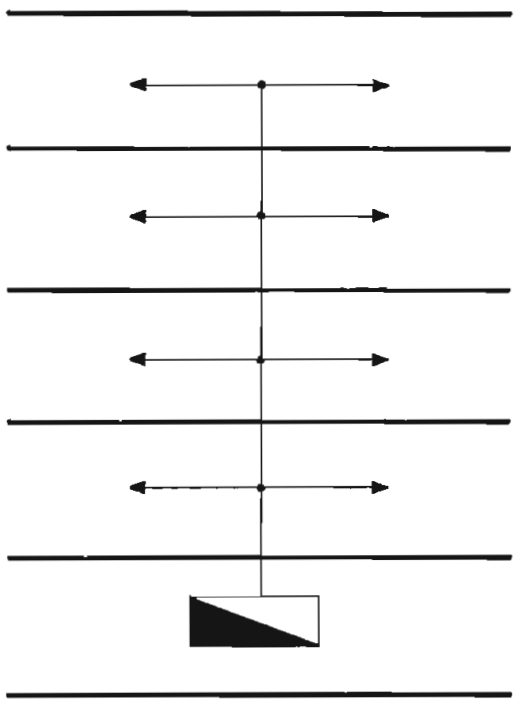
2.10.3.1 Alimentación vertical contínua (Fig. II-10)

1. EMPLEO: En caso de que no se exija gran seguridad en la alimentación
2. VENTAJAS: Las diferentes cargas en los distintos pisos se compensan. Exige pequeñas instalaciones de maniobra de baja tensión. Construcción sencilla.
3. INCONVENIENTES: La más baja seguridad de alimentación de todos los

sistemas comúnmente utilizados, pues en casos de daño, quedan afectados todos los pisos. Conductores de gran sección y, por tanto, montaje costoso.

FIGURA II-10

ALIMENTACION VERTICAL CONTINUA



2.10.3.2 Alimentación Vertical por Grupos (Figura II-11)

1. EMPLEO: Cuando con líneas de subida según el caso anterior, requieren conductores de menor sección.
2. VENTAJAS: Montaje más sencillo que el anterior, por ser la sección de los conductores más pequeños. En caso de daño éste sólo afecta a los pisos de uno de los grupos.
3. INCONVENIENTES: Las diferentes cargas en cada piso se compensan solamente dentro de cada grupo. Exige instalaciones de maniobra más grandes y con mayor número de salidas que en el caso anterior.

2.10.3.3 Alimentación Vertical Individual (Figura II-12)

1. EMPLEO: En caso de diversos usos de los pisos. Por ejemplo, en edificios de apartamentos con medidores situados en un punto central.
2. VENTAJAS: Secciones de los conductores más pequeños que en los casos anteriores, por tanto, montaje más sencillo. En caso de daño solamente queda afectado el piso correspondiente.
3. INCONVENIENTES: No se compensan las diferentes cargas de los distintos pisos, por tanto la sección de los conductores debe diseñarse para las cargas máximas de cada piso, antieconómico a causa de la acumulación de líneas de subida, gran ducto de alimentación para alojar estas líneas. Voluminosa instalación de maniobra de baja tensión con numerosas salidas, montaje costoso.

FIGURA II-11

ALIMENTACION VERTICAL POR GRUPOS

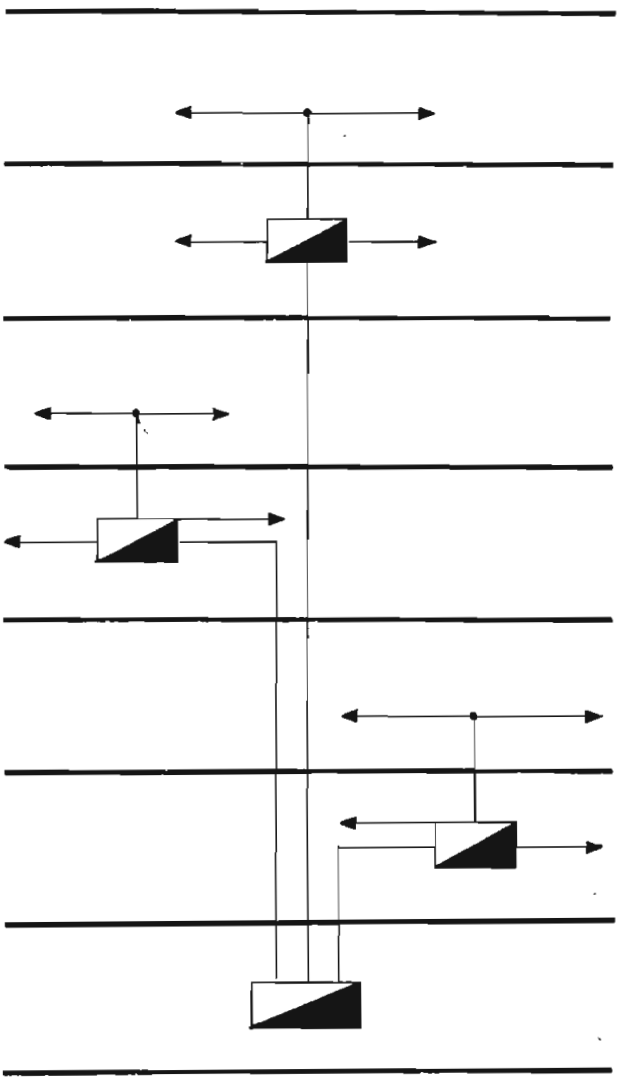
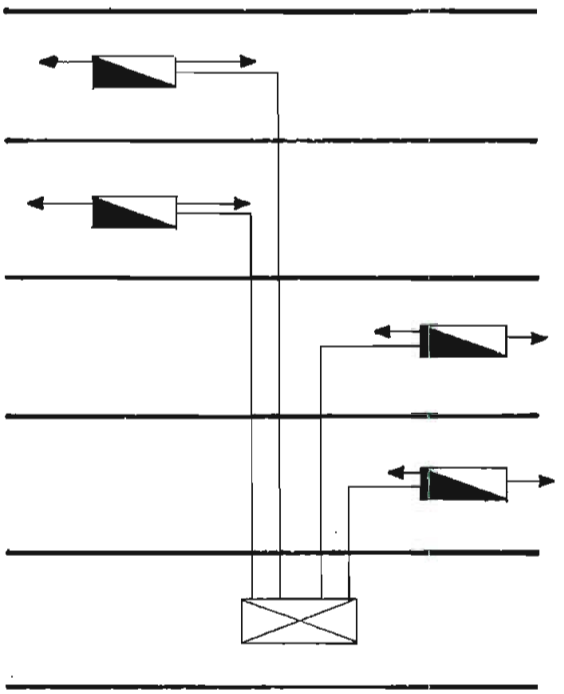


FIGURA II-12

ALIMENTACION VERTICAL INDIVIDUAL



En edificios altos y/o con gran consumo de energía, es necesario utilizar frecuentemente cables paralelos.

Al planificar un edificio hay que concertar con el arquitecto las partes de la instalación eléctrica precisas, el espacio ocupado por las mismas y su emplazamiento.

Las medidas constructivas necesarias, incluídas las entradas para ramales de alimentación y las canalizaciones para cables, los accesos para piezas de grandes equipos, etc., deben planificarse oportunamente para evitar modificaciones costosas ulteriores.

Las primeras medidas importantes a tomar para la alimentación vertical de energía eléctrica, incumben a los ductos para alojar las líneas de subida. Su número y ubicación son resultado de la solución adoptada para la alimentación. Su tamaño y forma dependen del tipo y número de los conductores.

2.10.4 Alimentación Horizontal

La alimentación horizontal para cada piso, se conecta a la distribución correspondiente de la alimentación vertical. La alimentación horizontal puede realizarse según una distribución en forma centralizada o no centralizada.

2.10.4.1 Distribución Centralizada:

Antiguamente, se utilizaba con sub-distribución (circuitos para aparatos de consumo, protectores contra sobre-cargas, contactores, etc.), incluso en pisos de gran superficie, la distribución de cada piso.

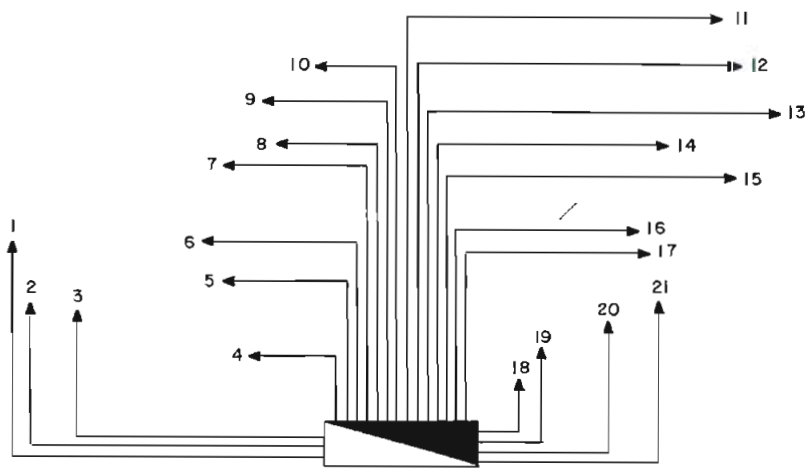
El uso creciente de aparatos de consumo eléctrico y la necesidad de ma-

yor intensidad de iluminación, traen consigo una mayor densidad específica de carga, en vatios/metros^2 expresándose en metros cuadrados, a la superficie útil. Para poder garantizar la seguridad de alimentación, debe ser pequeña la superficie útil correspondiente a cada circuito. De este modo resulta un elevado número de circuitos con sus correspondientes protectores contra sobre-intensidades y aparatos de maniobra.

Sin embargo ésta disposición centralizada conduce a distribuciones complicadas y a indeseables acumulaciones de conductores; por lo que se dificulta la localización de daños.

FIGURA II-13

DISTRIBUCION HORIZONTAL CENTRALIZADA



2.10.4.2 Distribución Descentralizada:

Para grandes edificios se utiliza en la actualidad, una forma de distribución descentralizada, según la cual, partiendo de la distribudión de cada piso, se alimentan varias sub-distribuciones pequeñas, repartidas por los pasillos.

De este modo resultan sencillas y claras sub-distribuciones, con pocos órganos protectores contra sobre intensidades, contactores, interruptores, etc.

Las ventajas de esta sub-distribución radican en que las líneas de salida son de corta longitud y en caso de avería, basta solo desconectar una parte de la instalación. Además es más fácil la localización de daños.

La distribución descentralizada permite una adaptación sencilla de la alimentación horizontal, a la variación de la repartición de espacios o distribución de muebles, por la siguiente razón: cada sub-distribución lleva un sub-tablero a los que se conectan todas las líneas de alimentación (enchufe, interruptores, conductores para la iluminación y similares). De este modo la línea puede llevarse a los distintos locales sin necesidad de emplear cajas de derivación. En caso de que sean precison cambios, puede procederse a coordinar los interruptores o pulsadores con

las lámparas, mediante sencillas manipulaciones de conexión o desconexión en la sub-distribución.

Con una correcta planificación ajustada a esta técnica, resulta, además un montaje racionalizado (Figura II-14).

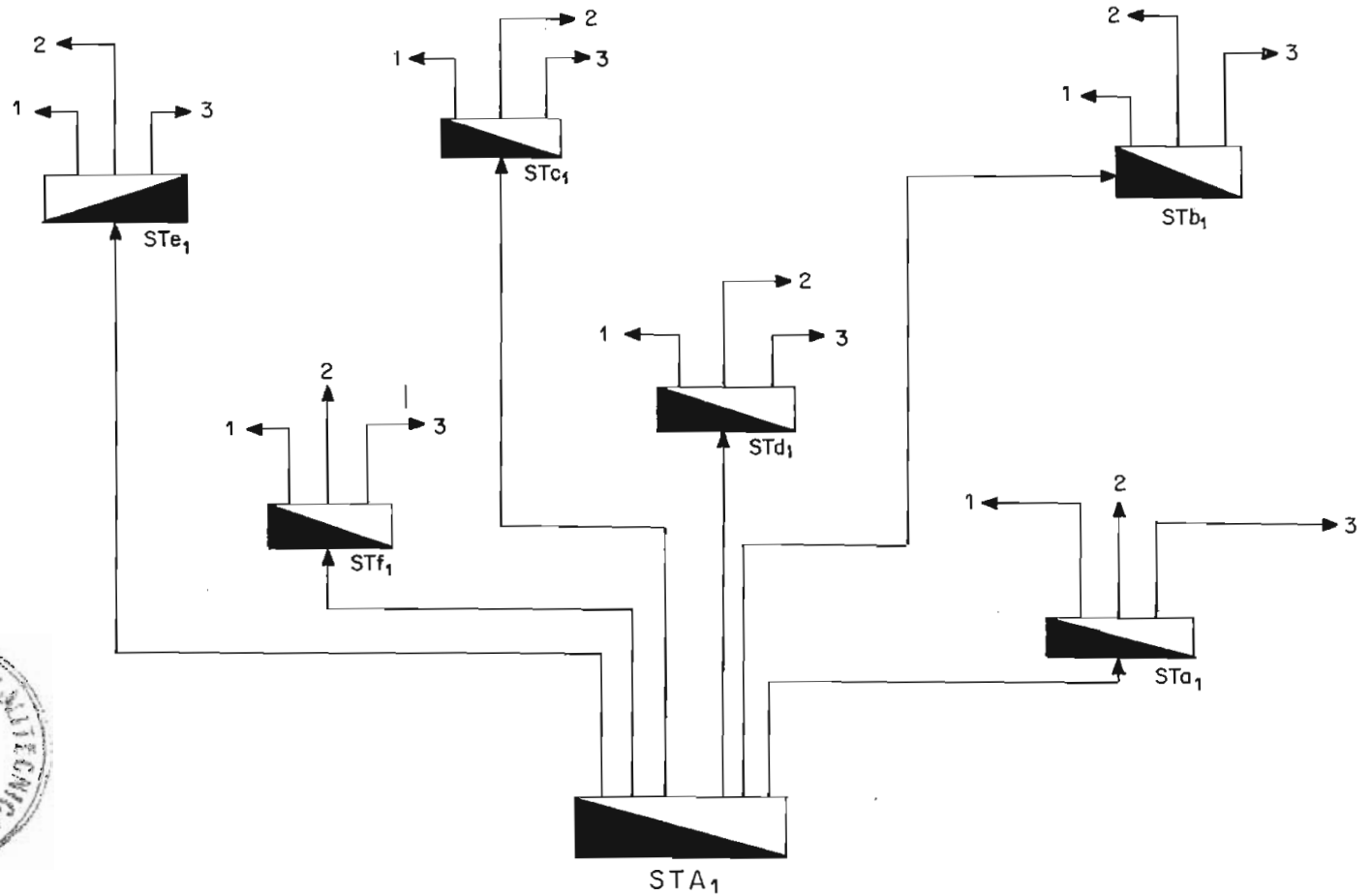
2.10.4.3 Sistema de Alimentación Bajo el Piso:

En edificios con locales de gran área y en edificios modernos con paredes exteriores consistentes en planchas de cristal o de metal ligero de gran superficie, donde las líneas de alimentación eléctrica para las mesas de escritorio solamente pueden instalarse en el piso. Con este fin se han desarrollado diversos sistemas que se diferencian entre si tanto por el material como por la forma de los elementos utilizados.

Como el emplazamiento de las cajas de conexión y de las tomas de corriente dependen de la distancia de los canales, tubos y cajas empotradas entre si y de su distancia a las paredes, la instalación del sistema bajo el piso debe ser planeada cuidadosamente, teniendo en cuenta posteriores cambios en la distribución de espacios o en los muebles y ampliaciones. La experiencia muestra que la solución más favorable en las grandes oficinas es el tendido del sistema de módulos de dos metros por dos metros.

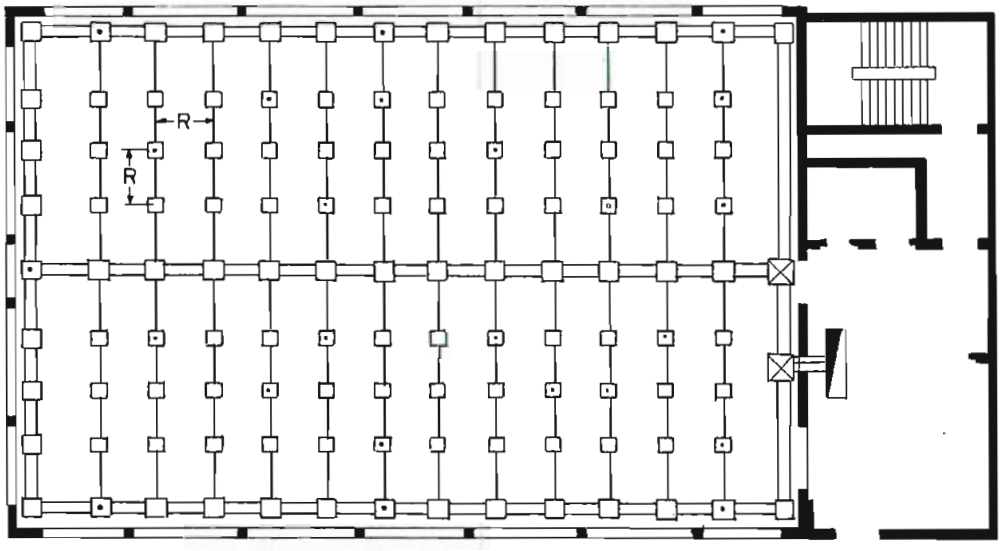
FIGURA II-14

DIAGRAMA: DISTRIBUCION DESCENTRALIZADA



BIBLIOTECA ESCUELA POLITECNICA NACIONAL QUITO

EJEMPLO DE INSTALACION BAJO EL PISO



Tablero de distribución

Caja de tramo

Caja empotrada sin caja de conexión

Caja empotrada provista de caja de conexión

Caja empotrada pequeña sin caja de conexión

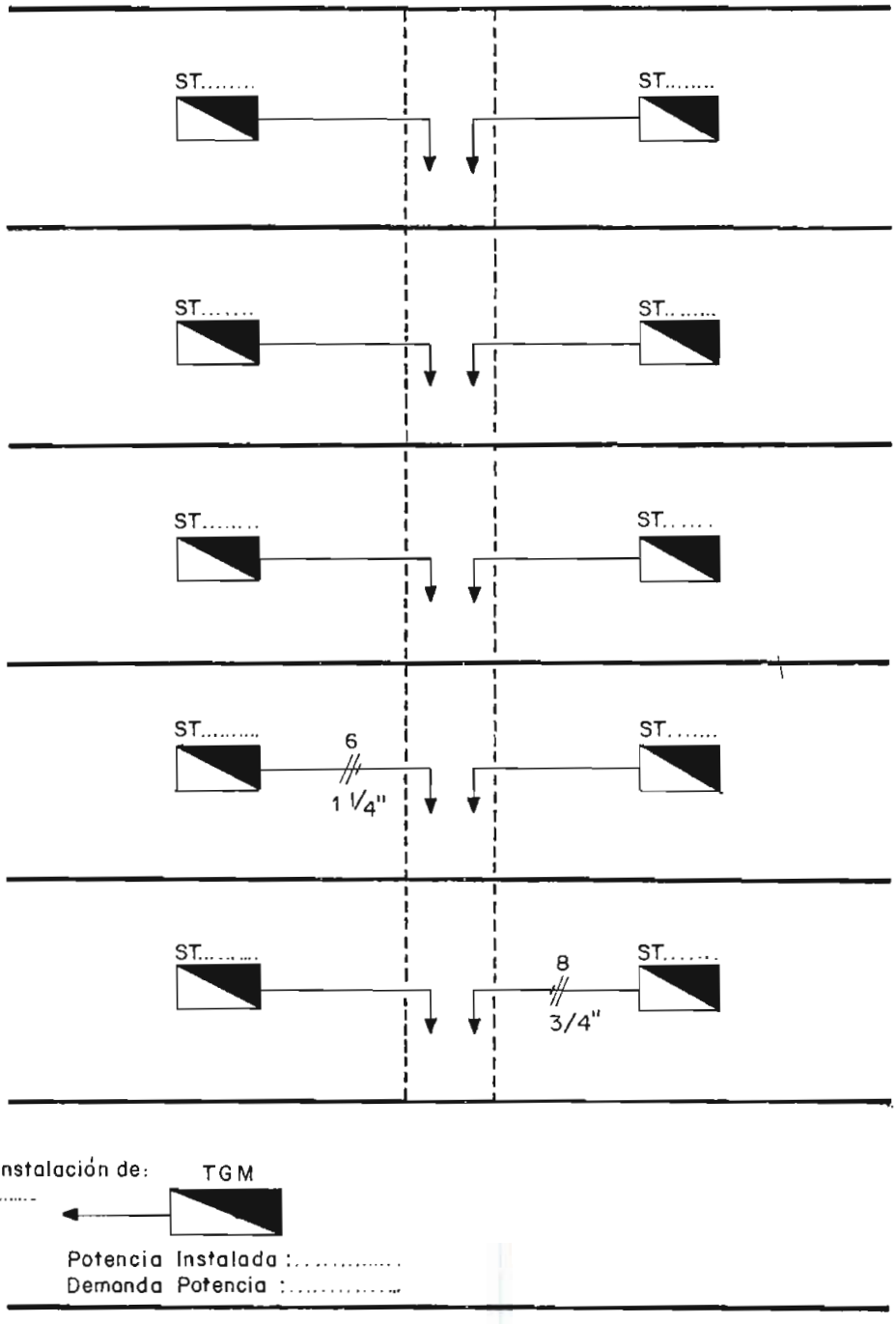
Caja empotrada pequeña con caja de conexión

R Módulo

2.10.5 Diagrama de Alimentadores

Para la distribución vertical y horizontal de energía, es importante representar en un diagrama los alimentadores a los diferentes tableros. Especificando los diámetros de conductores y tuberías.

DIAGRAMA UNIFILAR DE ALIMENTADORES



CAPITULO II

TABLAS DE UTILIZACION PRACTICA

II-1 Cálculo de coeficientes de utilización y conservación (Método del flujo).

II-2 Niveles de Iluminación.

II-3 Flujo luminoso inicial de las lámparas comunes en lúmenes.

II-4 Aislante de los conductores y su uso.

II-5, II-6 Capacidades de corrientes permisibles en amperios de los conductores de cobre aislados.

II-7, II-8 Capacidades de corrientes permisibles en amperios de los conductores de aluminio.

II-9 Factores de corrección temperaturas ambientes superiores a los 30°C.

Reducción de la capacidad de conducción.

II-10,II-11

II-12 Dimensiones de los conductores.

II-13 Características y propiedades de los conductores.

II-14 Distancias permisibles en metros de circuitos monofásicos 120 voltios.

II-15 Distancias permisibles en metros de circuitos trifásicos 120/208 voltios.

II-16 Diámetro y sección de los conductores en cir. Mils y mm^2.

II-17,II-18

II-19,II-20

II-21 Número máximo de conductores en tuberías.

II-22 Radios de las curvas de tubo metálico rígido y EMT.

II-23 Dimensiones de cajas.

II-24 Demandas normales para cocinas eléctricas.

II-25 Factores de demanda para secadoras eléctricas de ropa de tipo doméstico.

II-26 Factores de demanda para 3 o más unidades de vivienda multifamiliares.

II-27 Factores de demanda para alimentadores de cocinas eléctricas comerciales.

II-28 Características y dimensiones de barras planas de aluminio.

II-29 Características y dimensiones de barras planas de cobre.

TABLA II-1

Cálculo de coeficientes de utilización y conservación (Método del flujo.)

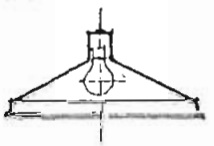
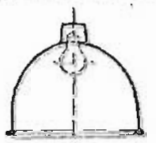
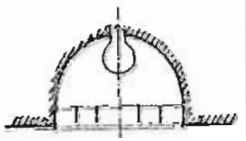
Tipo de luminaria		Distancia máxima entre armaduras:	Relación del local	Coeficientes de reflexión: Techo	70 %			50 %			30 %		Coeficientes de conservación		
				Pared	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %	Bueno	Regular	Malo
Reflector industrial incandescencia. 	Directa 0/79 BZ 5	1,3 × altura de montaje	0.60		0,33	0,28	0,25	0,32	0,28	0,25	0,28	0,25	0,75	0,65	0,55
			0,80		0,40	0,36	0,33	0,40	0,36	0,33	0,36	0,33	»	»	»
			1,00		0,47	0,43	0,39	0,47	0,42	0,39	0,42	0,39	»	»	»
			1,25		0,54	0,49	0,45	0,53	0,48	0,45	0,48	0,45	»	»	»
			1,50		0,59	0,54	0,50	0,58	0,53	0,50	0,53	0,50	»	»	»
			2,00		0,65	0,61	0,57	0,64	0,60	0,57	0,59	0,57	»	»	»
			2,50		0,69	0,65	0,62	0,68	0,64	0,62	0,63	0,61	»	»	»
			3,00		0,72	0,68	0,65	0,70	0,67	0,65	0,66	0,64	»	»	»
			4,00		0,76	0,73	0,70	0,74	0,72	0,69	0,70	0,69	»	»	»
			5,00		0,78	0,75	0,73	0,76	0,74	0,72	0,72	0,71	»	»	»
Armadura de aluminio. Haz ancho. Incandescencia: 	Directa 0/78 BZ 9	1,7 × altura de montaje	0.60		0,36	0,32	0,29	0,35	0,32	0,29	0,32	0,29	0,75	0,70	0,65
			0,80		0,45	0,41	0,38	0,45	0,41	0,38	0,41	0,38	»	»	»
			1,00		0,52	0,48	0,45	0,51	0,47	0,45	0,47	0,45	»	»	»
			1,25		0,58	0,54	0,51	0,57	0,53	0,50	0,53	0,50	»	»	»
			1,50		0,62	0,58	0,55	0,61	0,58	0,55	0,57	0,55	»	»	»
			2,00		0,67	0,64	0,61	0,66	0,63	0,61	0,62	0,60	»	»	»
			2,50		0,70	0,67	0,65	0,69	0,65	0,64	0,65	0,64	»	»	»
			3,00		0,72	0,69	0,67	0,71	0,68	0,67	0,68	0,66	»	»	»
			4,00		0,75	0,75	0,71	0,74	0,72	0,70	0,71	0,69	»	»	»
			5,00		0,77	0,75	0,75	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	»	»	»
Lámpara empotrada de aluminio con rejilla difusora. Haz ancho. 	Directa 0/49 BZ 3	1,2 × altura de montaje	0,60		0,26	0,23	0,21	0,26	0,23	0,21	0,23	0,21	0,73	0,68	0,63
			0,80		0,31	0,29	0,26	0,31	0,28	0,26	0,28	0,25	»	»	»
			1,00		0,32	0,32	0,30	0,34	0,32	0,30	0,31	0,30	»	»	»
			1,25		0,38	0,35	0,33	0,37	0,35	0,33	0,34	0,33	»	»	»
			1,50		0,40	0,37	0,35	0,39	0,37	0,35	0,37	0,35	»	»	»
			2,00		0,42	0,40	0,38	0,41	0,40	0,38	0,39	0,37	»	»	»
			2,50		0,44	0,43	0,41	0,44	0,42	0,41	0,41	0,40	»	»	»
			3,00		0,46	0,44	0,42	0,45	0,43	0,42	0,42	0,41	»	»	»
			4,00		0,47	0,46	0,44	0,46	0,45	0,44	0,44	0,43	»	»	»
			5,00		0,48	0,47	0,46	0,47	0,46	0,45	0,45	0,44	»	»	»

TABLA II-1 (Continuación)

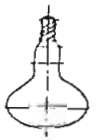
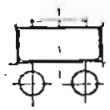
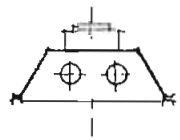
Tipo de luminaria		Distancia máxima entre armaduras	Relación del local	Coeficientes de reflexión: Techo	70 %			50 %			30 %		Coeficientes de conservación		
				Pared	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %	Bueno	Regular	Malo
Lámpara reflectora de mercurio. Haz medio 400 W. 	Directa $\frac{8}{92}$ BZ 1	1,3 × altura de montaje	0,60		0,49	0,44	0,41	0,48	0,44	0,41	0,44	0,41	0,80	0,75	0,70
			0,80		0,55	0,53	0,50	0,57	0,53	0,49	0,52	0,49	»	»	»
			1,00		0,65	0,60	0,56	0,64	0,59	0,56	0,58	0,56	»	»	»
			1,25		0,72	0,66	0,62	0,70	0,65	0,62	0,64	0,61	»	»	»
			1,50		0,76	0,71	0,67	0,75	0,70	0,66	0,69	0,66	»	»	»
			2,00		0,82	0,77	0,74	0,80	0,76	0,73	0,74	0,72	»	»	»
			2,50		0,86	0,82	0,78	0,83	0,80	0,77	0,78	0,75	»	»	»
			3,00		0,89	0,85	0,80	0,86	0,83	0,80	0,81	0,78	»	»	»
			4,00		0,92	0,89	0,86	0,89	0,87	0,84	0,84	0,82	»	»	»
			5,00		0,95	0,92	0,89	0,91	0,89	0,87	0,86	0,85	»	»	»
Dos tubos fluorescentes desnudos. 	Semidirecta $\frac{20}{73}$ BZ 6	1,4 × altura de montaje	0,60		0,27	0,21	0,17	0,27	0,21	0,17	0,20	0,17	0,75	0,65	0,55
			0,80		0,35	0,30	0,24	0,35	0,30	0,24	0,28	0,24	»	»	»
			1,00		0,43	0,36	0,30	0,41	0,35	0,31	0,34	0,30	»	»	»
			1,25		0,49	0,42	0,37	0,49	0,42	0,36	0,40	0,36	»	»	»
			1,50		0,55	0,47	0,42	0,53	0,47	0,41	0,42	0,40	»	»	»
			2,00		0,62	0,55	0,50	0,60	0,53	0,49	0,52	0,47	»	»	»
			2,50		0,67	0,61	0,56	0,66	0,60	0,55	0,57	0,52	»	»	»
			3,00		0,71	0,65	0,60	0,70	0,63	0,59	0,61	0,56	»	»	»
			4,00		0,76	0,71	0,66	0,74	0,69	0,65	0,65	0,62	»	»	»
			5,00		0,81	0,76	0,71	0,78	0,74	0,70	0,69	0,67	»	»	»
Dos lámparas fluorescentes. 	Semidirecta $\frac{12}{75}$ BZ 5	1,4 × altura de montaje	0,60		0,30	0,25	0,22	0,29	0,25	0,22	0,25	0,21	0,70	0,60	0,50
			0,80		0,39	0,34	0,30	0,38	0,33	0,30	0,33	0,30	»	»	»
			1,00		0,46	0,41	0,37	0,45	0,40	0,36	0,39	0,36	»	»	»
			1,25		0,54	0,48	0,44	0,52	0,47	0,43	0,45	0,42	»	»	»
			1,50		0,58	0,53	0,49	0,56	0,52	0,48	0,50	0,47	»	»	»
			2,00		0,65	0,60	0,56	0,62	0,58	0,54	0,56	0,53	»	»	»
			2,50		0,70	0,65	0,61	0,66	0,63	0,60	0,60	0,58	»	»	»
			3,00		0,73	0,69	0,65	0,70	0,66	0,63	0,63	0,61	»	»	»
			4,00		0,77	0,73	0,70	0,73	0,70	0,68	0,67	0,65	»	»	»
			5,00		0,80	0,77	0,74	0,76	0,74	0,71	0,70	0,69	»	»	»

TABLA II-1 (Continuación)

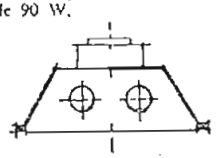
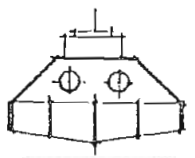
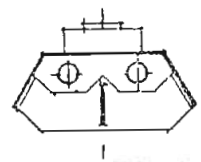
Tipo de luminaria		Distancia máxima entre armaduras	Relación del local	Coeficientes de reflexión: Techo	70 %			50 %			30 %		Coeficientes de conservación		
				Pared	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %	Bueno	Regular	Malo
Dos lámparas fluorescentes de 90 W. 	Directa $\frac{0}{74}$ BZ 5	1,3 × altura de montaje	0,60		0,29	0,25	0,22	0,28	0,25	0,22	0,25	0,22	0,65	0,55	0,45
			0,80		0,37	0,32	0,29	0,36	0,32	0,29	0,32	0,29	»	»	»
			1,00		0,43	0,38	0,35	0,42	0,38	0,35	0,38	0,35	»	»	»
			1,25		0,49	0,44	0,41	0,48	0,44	0,41	0,43	0,41	»	»	»
			1,50		0,53	0,49	0,45	0,52	0,48	0,45	0,48	0,45	»	»	»
			2,00		0,59	0,55	0,52	0,58	0,54	0,51	0,54	0,51	»	»	»
			2,50		0,63	0,59	0,56	0,61	0,58	0,56	0,57	0,55	»	»	»
			3,00		0,65	0,62	0,59	0,64	0,61	0,59	0,60	0,58	»	»	»
			4,00		0,69	0,66	0,63	0,67	0,65	0,63	0,64	0,62	»	»	»
			5,00		0,71	0,68	0,66	0,69	0,67	0,65	0,66	0,65	»	»	»
Dos lámparas fluorescentes con rejilla difusora. 	Semidirecta $\frac{18}{60}$ BZ 3	1,2 × altura de montaje	0,60		0,27	0,23	0,20	0,26	0,22	0,20	0,22	0,19	0,70	0,65	0,60
			0,80		0,35	0,30	0,27	0,33	0,30	0,27	0,29	0,26	»	»	»
			1,00		0,41	0,36	0,33	0,39	0,35	0,32	0,34	0,31	»	»	»
			1,25		0,47	0,42	0,39	0,45	0,41	0,37	0,39	0,36	»	»	»
			1,50		0,51	0,46	0,43	0,49	0,45	0,41	0,43	0,40	»	»	»
			2,00		0,57	0,53	0,49	0,54	0,50	0,47	0,47	0,45	»	»	»
			2,50		0,60	0,67	0,53	0,57	0,54	0,51	0,51	0,49	»	»	»
			3,00		0,63	0,60	0,56	0,59	0,56	0,54	0,53	0,51	»	»	»
			4,00		0,67	0,64	0,61	0,62	0,60	0,56	0,58	0,55	»	»	»
			5,00		0,69	0,66	0,64	0,64	0,62	0,60	0,57	0,58	»	»	»
Dos lámparas con rejilla difusora de lados suspendidos. 	General difusa $\frac{47}{39}$ BZ 3	1,5 × altura de montaje	0,60		0,24	0,19	0,16	0,24	0,19	0,15	0,18	0,15	0,70	0,65	0,60
			0,80		0,32	0,26	0,22	0,31	0,25	0,22	0,24	0,20	»	»	»
			1,00		0,38	0,32	0,28	0,36	0,31	0,26	0,28	0,25	»	»	»
			1,25		0,44	0,38	0,32	0,42	0,36	0,32	0,33	0,29	»	»	»
			1,50		0,49	0,42	0,38	0,46	0,41	0,36	0,36	0,33	»	»	»
			2,00		0,56	0,49	0,45	0,52	0,47	0,43	0,41	0,38	»	»	»
			2,50		0,60	0,54	0,51	0,56	0,51	0,47	0,45	0,42	»	»	»
			3,00		0,64	0,58	0,54	0,59	0,55	0,51	0,48	0,45	»	»	»
			4,00		0,68	0,64	0,59	0,63	0,59	0,56	0,51	0,49	»	»	»
			5,00		0,71	0,67	0,63	0,66	0,63	0,50	0,54	0,52	»	»	»

TABLA II-1 (Continuación)

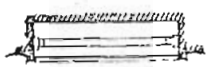
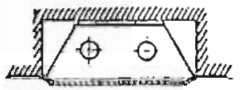
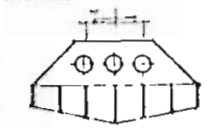
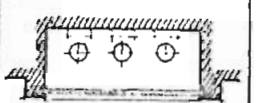
Tipo de luminaria		Distancia máxima entre armaduras	Relación del local	Coeficientes de reflexión									Coeficientes de conservación		
				Techo	70 %			50 %			30 %				
				Pared	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %	Bueno	Regular	Malo
Ocho lámparas empotradas con pantalla difusa de plástico: 	Directa $\frac{1}{61}$ BZ 6	1,2 × altura de montaje	0,60		0,27	0,22	0,20	0,26	0,22	0,19	0,22	0,19	0,70	0,60	0,50
			0,80		0,33	0,29	0,26	0,33	0,29	0,25	0,28	0,25	»	»	»
			1,00		0,38	0,34	0,30	0,38	0,33	0,30	0,33	0,30	»	»	»
			1,25		0,43	0,38	0,35	0,42	0,38	0,34	0,38	0,34	»	»	»
			1,50		0,46	0,42	0,38	0,46	0,41	0,38	0,41	0,38	»	»	»
			2,00		0,50	0,47	0,43	0,50	0,46	0,43	0,46	0,43	»	»	»
			2,50		0,53	0,50	0,47	0,53	0,49	0,47	0,48	0,46	»	»	»
			3,00		0,55	0,52	0,50	0,54	0,52	0,49	0,51	0,49	»	»	»
			4,00		0,59	0,55	0,53	0,58	0,55	0,53	0,54	0,52	»	»	»
			5,00		0,60	0,57	0,55	0,59	0,57	0,55	0,56	0,54	»	»	»
Cielo luminoso con un 50 % de transmisión.	Directa $\frac{0}{69}$ BZ 5		0,60		0,22	0,18	0,15	0,22	0,18	0,15			0,65	0,55	0,45
			0,80		0,30	0,25	0,22	0,31	0,25	0,22			»	»	»
			1,00		0,36	0,31	0,27	0,37	0,32	0,28			»	»	»
			1,25		0,42	0,37	0,33	0,44	0,38	0,34			»	»	»
			1,50		0,46	0,41	0,37	0,50	0,43	0,39			»	»	»
			2,00		0,52	0,48	0,44	0,57	0,51	0,46			»	»	»
			2,50		0,57	0,53	0,49	0,62	0,57	0,52			»	»	»
			3,00		0,60	0,56	0,53	0,66	0,61	0,57			»	»	»
			4,00		0,63	0,60	0,57	0,71	0,67	0,63			»	»	»
			5,00		0,66	0,63	0,61	0,74	0,71	0,67			»	»	»
Moldura sin reflector.	Indirecta		0,60		0,11	0,09	0,06	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,60	0,50	0,40
			0,80		0,15	0,12	0,10	0,13	0,10	0,08	0,07	0,06	»	»	»
			1,00		0,18	0,15	0,12	0,16	0,13	0,10	0,09	0,07			
			1,25		0,22	0,18	0,16	0,20	0,16	0,14	0,11	0,10			
			1,50		0,25	0,21	0,19	0,21	0,19	0,17	0,13	0,11			
			2,00		0,29	0,26	0,22	0,25	0,22	0,20	0,15	0,14			
			2,50		0,33	0,30	0,28	0,28	0,25	0,24	0,17	0,17			
			3,00		0,35	0,32	0,30	0,31	0,28	0,26	0,20	0,19			
			4,00		0,36	0,34	0,32	0,32	0,30	0,28	0,21	0,20			
			5,00		0,39	0,38	0,36	0,35	0,34	0,32	0,23	0,23			

TABLA II-1 (Continuación

Tipo de luminaria		Distancia máxima entre armaduras	Relación del local	Coeficientes de reflexión									Coeficientes de conservación		
				Techo	70 %			50 %			30 %				
				Pared	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %	Bueno	Regular	Malo
Dos lámparas fluorescentes con pantalla difusa de plástico. 	Semidirecta 10/50 BZ 4	1,2 × altura de montaje	0,60		0,24	0,18	0,16	0,21	0,17	0,15	0,17	0,15	0,70	0,60	0,50
			0,80		0,28	0,23	0,20	0,26	0,22	0,19	0,21	0,19	»	»	»
			1,00		0,31	0,26	0,23	0,29	0,25	0,22	0,24	0,21	»	»	»
			1,25		0,34	0,29	0,25	0,30	0,27	0,24	0,29	0,22	»	»	»
			1,50		0,35	0,30	0,27	0,32	0,29	0,26	0,31	0,24	»	»	»
			2,00		0,45	0,40	0,37	0,42	0,38	0,36	0,40	0,31	»	»	»
			2,50		0,47	0,45	0,40	0,44	0,41	0,38	0,42	0,35	»	»	»
			3,00		0,49	0,46	0,41	0,45	0,42	0,39	0,43	0,37	»	»	»
			4,00		0,52	0,49	0,46	0,48	0,45	0,43	0,47	0,38	»	»	»
			5,00		0,53	0,51	0,49	0,49	0,47	0,45	0,48	0,40	»	»	»
Tres fluorescentes con rejilla difusora. 	Directa 1/51 BZ 2	1,1 × altura de montaje	0,60		0,22	0,19	0,17	0,22	0,19	0,17	0,22	0,17	0,70	0,65	0,60
			0,80		0,28	0,25	0,23	0,28	0,25	0,23	0,27	0,23	»	»	»
			1,00		0,32	0,29	0,27	0,32	0,29	0,27	0,31	0,27	»	»	»
			1,25		0,36	0,33	0,31	0,36	0,33	0,31	0,35	0,31	»	»	»
			1,50		0,39	0,36	0,34	0,39	0,36	0,34	0,38	0,34	»	»	»
			2,00		0,43	0,40	0,38	0,43	0,40	0,38	0,42	0,38	»	»	»
			2,50		0,46	0,43	0,40	0,45	0,42	0,40	0,44	0,40	»	»	»
			3,00		0,47	0,45	0,43	0,47	0,44	0,42	0,46	0,42	»	»	»
			4,00		0,49	0,47	0,45	0,49	0,47	0,45	0,48	0,45	»	»	»
			5,00		0,51	0,49	0,48	0,50	0,49	0,47	0,49	0,47	»	»	»
Tres lámparas fluorescentes con pantalla difusora de plástico. 	Directa 1/50 BZ 3 BZ 4	1,2 × altura de montaje	0,60		0,19	0,16	0,14	0,19	0,16	0,14	0,16	0,14	0,70	0,60	0,50
			0,80		0,24	0,21	0,19	0,24	0,21	0,19	0,21	0,19	»	»	»
			1,00		0,29	0,25	0,23	0,28	0,25	0,23	0,25	0,23	»	»	»
			1,25		0,33	0,29	0,27	0,32	0,29	0,27	0,29	0,27	»	»	»
			1,50		0,36	0,32	0,30	0,35	0,32	0,30	0,32	0,30	»	»	»
			2,00		0,40	0,37	0,34	0,39	0,36	0,34	0,36	0,34	»	»	»
			2,50		0,42	0,39	0,37	0,42	0,39	0,37	0,38	0,37	»	»	»
			3,00		0,44	0,42	0,39	0,44	0,41	0,39	0,40	0,39	»	»	»
			4,00		0,47	0,44	0,42	0,46	0,44	0,42	0,43	0,41	»	»	»
			5,00		0,49	0,46	0,45	0,48	0,46	0,44	0,45	0,44	»	»	»

INFORMACION: The IES CODE Recomendations for Good interior lighting.

TABLA II-2

Niveles de iluminación .

Industrias	*E* *Luxes*
Fábricas en general	
Entrada, pasos, escaleras	100
Naves	120
Cantinas	160
MECÁNICAS	
Talleres y ensamblajes	
Trabajo basto	160
Trabajo medio	400
Trabajo fino	800
Trabajo muy fino	1600
Forjas	
General	150
Trabajo	400
Planchistería	
En general	400
Soldaduras	
Trabajo basto	200
Trabajo medio	400
Trabajo fino	800
Trabajo muy fino	1600
Serraduras	
Trabajo basto	200
Trabajo medio	400
Trabajo fino	600
QUÍMICAS	
Industrias químicas	
Almacén	200
Hornos mecánicos manuales, etc.	300
Laboratorios	600
Control salida	600
Fabricación especializada	400
Fábrica de plásticos	
Proceso de selección de materias primas	300
Moldeado y compresión	300
Acabado y corte	400
Control	400
Fábrica de pinturas	
General	300
Mezclas comparativas	1000
Jabones	
Áreas de trabajo	200
Control de máquinas	400
Caucho y goma	
Preparación materia prima	300
Telares y corte	400
Modelado	200
Control	600
Papel	
Selección y trituración	300
Proceso de fabricación	500
Bobinado y control	500

TABLA II-2 (Continuación)

Industrias	£ Luxes
TEXTILES	
Industria textil	
Algodón lino: Selección, mezcla, etc.	200
Cortar, estirar, etc.	400
Material girado a mano	600
Material girado rápidamente	1000
Sedas y artificiales preparación	200
Desecado bobinado, etc., en claros	400
Desecado bobinado, etc., en oscuros	1000
Sala de telares	500
Tejido	500
Control	1000
Lana y estambre, selección, etc.	300
Hilado blanco	400
Hilado coloreado	600
Urdido blanco	400
Urdido color	600
Tejido blanco	500
Tejido color	700
Control	1000
ALIMENTACIÓN	
Fábrica de conservas	
Clasificación y selección de materias	400
Preparación salas de corte	1000
Enlatado y empaquetado	400
Examen de envasado	500
Productos lácteos	
Sala de cocción, lavado de botellas, etc.	300
Clasificación de botellas	400
Control de botellas	500
Salas de pesar	300
Laboratorio	600
Tanques y depósitos	300
Fábrica de harinas	
Molienda y purificación	300
Empaquetado y envase	200
Control	400
Bridas limpiadoras, etc.	200
Panaderías y pastelerías	
Circulaciones	160
Elaboración	300
Consumición	300
MANUFACTURAS	
Fábricas de aparatos químicos	
Desecadores, alambiques, calderas	200
Controles de válvulas	300
Confección textil	
Inspección telas claras	1500
Inspección telas oscuras	2000
Corte y plancha claro	500
Corte y plancha oscuro	1000
Costura y adorno claro	700
Costura y adorno oscuro	1500
Inspección tonos claros	1000
Inspección tonos oscuros	1500

TABLA II-2 (Continuación)

Industrias	*E* *Luxes*
Géneros de punto	
Sala de máquinas cortar y planchar	400
Composturas y confección	1500
Control y rectificación	1000
Fábrica de alfombras	
Diseños	400
Inspección	500
Fábrica de calzado	
Cuero (trabajo, corte, costura)	1000
Acabado	750
Goma (trabajo y corte)	200
Acabado	400
Fábrica de guantes	
Corte, prensado y taladro	1000
Trabajo de punto	400
Costura y control	1000
Fábrica de sombreros	
Tinte, limpieza y refinado	400
Confección y planchado	700
Control	1000
Fábricas de vidrio y cristal	
Sala de mezcla, etc.	300
Triturado y corte	300
Moldeo fino, pulido, biselado	500
Control, tallado, grabado	800
Fábrica de cerámica y alfarería	
Moldeado mezclas, etc.	200
Decoración	600
Imprentas	
Funciones de carácter de imprenta	400
Matrices y rectificado	500
Salas de compresión	400
Prensas	300
Control de calor	1000
Repaso, lectura y control	1000
Electrotipia	400
Fotograbado	600
Encuadernación	
Doblar, montar, cortar	500
Impresión	1000
OTRAS	
Centrales eléctricas	
Locales auxiliares, tanques, etc.	200
Plataforma de calderas	100
Plataforma de quemadores	200
Sótanos de turbina	200
Sala de turbina	300
Controles verticales	350
Controles pupitres	300
Laboratorios	500
Fábrica de aviones	
Naves de producción	500
Naves de inspección	600
Fabricación de piezas	400

TABLA II-2 (Continuación)

	$\bar{E}$ Luxes
Pinturas y acabados	600
Hangares	500
Garajes	
Áreas de aparcamiento, entrada	300
Rampas	250
Aparcamiento	100
Reparaciones	400
Lavado y engrase	150
Granjas	
Graneros	100
Preparación de piensos	150
Vaquerías	150
Almacén fertilizantes	100
Almacén	150
Cerdos (porquerizas)	100
Oficinas, escuelas, edificios públicos y viviendas	
Aeropuertos, estaciones, cocheras y terminales	
Salas de espera	300
Pasos y circulación	200
Andenes	200
Despacho de billetes	400
Almacenes	100
Cines y teatros	
Salas de descanso	200
Auditorio	50
Pasos y escaleras	100
Vestíbulo	200
Auditorios y solas de conciertos	
Salas de descanso y reunión	150
Pasos y escaleras	150
Iglesias	
Nave de la iglesia	100
Púlpito, coro, etc.	200
Altar	200
Sacristía	150
Museos y galerías de arte	
En general	200
Local	400
Bibliotecas	
Estanterías	200
Salas de lectura	300
Mesas de lectura	400
Archivo	300
Encuadernación	600
Oficinas	
Entradas y zonas de recepción	200
Salas de conferencias y reunión	300
Oficinas generales	350
Aparatos IBM, contabilidad, etc.	500
Oficinas de delineación	800
Pasos y escaleras	150
Archivos	200
Cantinas y bares	300

TABLA II-2 (Continuación)

	E Luxes
Oficinas, escuelas, edificios públicos y viviendas	
Bancos	
Oficinas	300
Áreas de circulación	200
Correspondencia y control	600
Caja y vestíbulos	400
Tiendas y almacenes	
Escaparates	1000
Almacenes	600
General	400
Hoteles	
Vestíbulo de entrada	200
Recepción	300
Comedores	100
Habitaciones	100
Pasos y escaleras	100
Cocinas	400
Baños y aseos	200
Lavandería	300
Restaurantes	
Comedores	100
Área de la caja	300
Self-service	300
Ascos	100
Clínicas y hospitales	
Recepción y salas de espera	200
Iluminación general en habitación	200
Salas de reconocimiento general	400
Reconocimiento, zona tratamiento	1000
Laboratorios	500
Sala de urgencias	600
Circulaciones	100
Escuelas y colegios	
Entradas generales	150
Salas de espera y visita	300
Clases de dibujo	600
Clases	400
Pizarras	400
Salas de costura y bordado	800
Clases de arte	600
Laboratorios	500
Bibliotecas	400
Pasos y escaleras	150
Viviendas	
Salas de estar	200
Cocinas	300
Dormitorios	200
Baños	100
Talleres	300
Costura	800
Lectura	300
Pasos y escaleras	100

INFORMACION: The IES CODE

TABLA II-3

Flujo luminoso inicial de las lámparas comunes, en lúmenes

Incandescencia

Potencia wats	25	40	60	100	150
Flujo lúmenes	240	470-430	780-700	1500-1300	2000

Cuando aparecen dos números, El primero indica para 120 volts
El segundo indica para 220 volts

Fluorescentes

		Tipos					
Pot. wats	*long. en m.*	*Luz día*	*Fría normal*	*Blanco cal.*	*Suave*	*Lujo*	*Natural*
15	0,45	590	670	750	450	520	420
20	0,60	850	1000	1000	750	790	680
40	1,20	2200	2600	2800	2000	2000	1800
65	1,50	3300	4500	4700		3200	2100
85	1,80	5000	6000	6000		4000	3200

Datos extraídos de la información técnica de varias casas comerciales.

TABLA II-4

TABLA - Aislante de los conductores y su uso

Nombre Comercial	Tipo	Temperatura máxima de funcionamiento	Uso	Aislante	Calibres	Espesor del aislante mm	Espesor del aislante Pulg.	Cubierta exterior
Resistente al calor	RH	75°C	Lugares secos	Goma resistente al calor	**14-12	0.80	0.030	*Cubierta no metálica, resistente a la humedad, retardante de la llama
					10	1,20	0.045	
					8-2	1,60	0,060	
					1-4/0	2,00	0.080	
					213/500	2,40	0.95	
	RHH	90°C	Lugares secos		501/1000	2,80	0,110	
					1001-2000	3,20	0,125	
Resistente al calor y a la humedad	RHW	75°C	Lugares húmedos y secos. Para tensiones mayores de 2.000 voltios, el aislante será resistente al ozono	Goma resistente al calor y a la humedad	14-10	1,20	0.045	*Cubierta no metálica, resistente a la humedad, retardante de la llama
					8-2	1,60	0,060	
					1-4/0	2,00	0,080	
					213/500	2,40	0,95	
					501/1000	2,80	0,110	
					1001-2000	3,20	0,125	
Goma látex, resistente al calor	RUH	75°C	Lugares secos	Goma sin grano, no moldo 80%	14-10	0,48	0,018	Cubierta no metálica, resistente a la humedad, retardante de la llama
					8-2	0,64	0,025	
Goma látex, resistente a la humedad	RUW	60°C	Lugares húmedos y secos	Goma sin grano, no moldo 80%	14-10	0,48	0,018	Cubierta no metálica, resistente a la humedad, retardante de la llama
					8-2	0,64	0,025	

* No se requiere cubierta exterior sobre los aislantes de goma que hayan sido específicamente aprobados para el uso.

** Para los tamaños 14-12 RHH el espesor de aislante será de 1,20 mm (0,045).

En conductores de aluminio y de aluminio con recubrimiento de cobre, aislados, el calibre mínimo es el 12. Véase las tablas 310-13 y 310-19

TABLA (Continuación)

Nombre Comercial	Tipo	Temperatura máxima de funcionamiento	Uso	Aislante	Calibres	Espesor del aislante mm	Espesor del aislante Pulg.	Cubierta exterior
Asbesto	A	200°C	Lugares secos únicamente. Sólo para conductores terminales dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos. Limitado a 300 voltios	Asbesto	14	0,76	0,030	Sin trenzado de asbesto
					12-8	1,02	0,040	
Asbesto	AA	200°C	Lugares secos únicamente. Sólo para conductores terminales dentro de aparatos, o en instalaciones a la vista. Limitado a 300 voltios	Asbesto	14	0,76	0,030	Con trenzado de asbesto o vidrio
					12-8	0,76	0,030	
					6-2	1,02	0,040	
					1-4/0	1,52	0,060	
Asbesto	AI	125°C	Lugares secos únicamente. Sólo para conductores terminales dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos. Limitado a 300 voltios	Asbesto impregnado	14	0,76	0,030	Sin trenzado de asbesto
					12-8	1,02	0,040	

Asbesto	AIA	125°C	Lugares secos únicamente. Sólo para conductores terminales dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectados a aparatos, o en instalaciones a la vista	Asbesto impregnado		Sólido mm	Sólido Pulg.	Trenzado mm	Trenzado Pulg.	Con trenzado de vidrio o asbesto
					14	0,76	0,030	0,76	0,030	
					12-8	0,76	0,030	1,02	0,04.	
					6-2	1,02	0,040	1,52	0,06)	
					1-4/0	1,52	0,060	1,90	0,075	
					213-500			2,29	0,090	
					501-1000 ...			2,67	0,105	
Papel		85°C	Para conductores de acometidas subterráneas o con permiso especial	Papel						Cubierta de plomo

TABLA II-4 (Continuación)

TABLA (Continuación)

Nombre Comercial	Tipo	Temperatura máxima de funcionamiento	Uso	Aislante	Calibres	Espesor del aislante mm	Espesor del aislante Pulg.	Cubierta exterior
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW	75°C	Lugares húmedos y secos	Termoplástico resistente a la humedad y al calor, retardante de la llama	14-10	1,20	0,045	Ninguna
					8-2	1,60	0,060	
					1-4/0	2,00	0,080	
					213-500	2,40	0,095	
					501-1000	2,80	0,110	
					1001-2000	3,20	0,125	
		90°C	Usos especiales dentro de aparatos de alumbrado de descarga eléctrica. Limitado a 1.000 V o menos, en circuito abierto. (Calibre 14-8, solamente como está permitido en el art. 410-29					
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THWN	75°C	Lugares húmedos y secos	Termoplástico resistente a la humedad y al calor, retardante de la llama	14-12	0,38	0,015	Cubierta de nylon
					10	0,51	0,020	
					8-6	0,76	0,030	
					4-2	1,02	0,040	
					1-4/0	1,27	0,050	
					250/500	1,52	0,060	
					501-1000	1,78	0,070	
Polímero sintético estable, resistente a la humedad y al calor	XHHW	90°C	Lugares secos	Polímero sintético estable retardante de la llama	14-10	0,76	0,030	Ninguna
		75°C	Lugares húmedos		8-2	1,14	0,045	
					1-4/0	1,40	0,055	
					213-500	1,65	0,065	
					501-1000	2,03	0,080	
					1001-2000	2,41	0,095	

Los conductores de aluminio y de aluminio con recubrimiento de cobre, aislados, el calibre mínimo es el 12. Véase las tablas 310-16 y 310-19.

TABLA II-4 (Continuación)

TABLA (Continuación)

Nombre Comercial	Tipo	Temperatura máxima de funcionamiento	Uso	Aislante	Calibres	mm	Espesor del aislante Pulg.	mm	Pulg.	Cubierta exterior
							(A)		(B)	
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la gasolina y aceites	MTW	60°C	Alambrado de máquinas herramientas en lugares húmedos. (Véase la sección 670 y la Norma NFPA Nº 79)	Termoplástico retardante de la llama, resistente a la humedad, al calor y a gasolina y aceites	22-12	0,80	0,030	0,38	0,015	(A) Ninguna
					10	0,60	0,030	0,51	0,020	
					8	1,20	0,045	0,76	0,030	
					6	1,60	0,060	0,76	0,030	(B) Cubierta de nylon
		90°C	Lugares secos. Alambrado de máquinas herramientas. (Véase la sección 670 y la Norma NFPA Nº 79)		4-2	1,60	0,060	1,02	0,040	
					1-4/0	2,00	0,080	1,27	0,050	
					213-500	2,40	0,095	1,52	0,060	
					501-1000	2,80	0,110	1,78	0,070	
Politetrafluoretileno extruido	TFE	250°C	Lugares secos solamente. Solamente para terminales dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos o en alambrados a la vista. (Solamente níquel o níquel con revestimiento de cobre)	Politetrafluoretileno extruido	14-10			0,51	0,020	Ninguna
					8-2			0,76	0,030	
					1-4/0			1,20	0,045	
Termoplástico y asbesto	TA	90°C	Alambrado de cuadros de distribución solamente	Termoplástico y asbesto		Termoplast.	Termoplast.	Asbesto	Asbesto	Cubierta metálica retardante de la llama
					14-8	0,51	0,020	0,51	0,020	
					6-2	0,78	0,030	0,64	0,025	
					1-4/0	1,02	0,040	0,76	0,030	

En conductores de aluminio y de aluminio con recubrimiento de cobre, aislados, el calibre mínimo es el 12. Véase las tablas 310-18 y 310-19.

TABLA II-4 (Continuación)

TABLA (Continuación)

Nombre Comercial	Tipo	Temperatura máxima de funcionamiento	Uso	Aislante	Calibres	Espesor del aislante mm	Espesor del aislante Pulg.	Cubierta exterior
Termoplástico	T	60°C	Lugares secos	Compuesto termoplástico retardante de la llama	14-10	0,80	0,030	Ninguna
					8	1,20	0,045	
					6-2	1,60	0,060	
					1-4/0	2,00	0,080	
					213-500	2,40	0,095	
					501-1000	2,80	0,110	
					1001-2000	3,20	0,125	
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60°C	Lugares húmedos y secos	Termoplástico resistente al calor y retardante de la llama	14-10	0,80	0,030	Ninguna
					8	1,20	0,045	
					6-2	1,60	0,060	
					1-4/0	2,00	0,080	
					213-500	2,40	0,095	
					501-1000	2,80	0,110	
					1001-2000	3,20	0,125	
Termoplástico resistente al calor	THHN	90°C	Lugares secos		14-12	0,38	0,015	Cubierta de nylon
					10	0,51	0,020	
					8-6	0,76	0,030	
					4-2	1,02	0,040	
					1-4/0	1,27	0,050	
					250-500	1,52	0,060	
					501-1000	1,78	0,070	

En conductores de aluminio y de aluminio con recubrimiento de cobre, aislados, el calibre mínimo es el 12. Véase las tablas 310-18 y 310-19.

TABLA II-4 (Continuación)

TABLA (Continuación)

Nombre Comercial	Tipo	Temperatura máxima de funcionamiento	Uso	Aislante	Calibre	Espesor del aislante mm	Espesor del aislante Pulg.	Cubierta exterior
Termoplástico y tejido fibroso	TBS	90°C	Alambrado de cuadros de distribución solamente	Termoplástico	14-10	0,80	0,030	Cubierta no metálica retardante de la llama
					8	1,20	0,045	
					6-2	1,50	0,060	
					1-4/0	2,00	0,080	
Sintético resistente al calor	SIS	90°C	Alambrado de cuadros de distribución solamente	Goma resistente al calor	14-10	0,80	0,030	Ninguna
					8	1,20	0,045	
					6-2	1,60	0,060	
					1-4/0	2,00	0,080	
Aislante mineral y y cubierta metálica	MI	85°C	Lugares húmedos y secos	Oxido de magnesio	18-10	0,91	0,036	Cobre
					8-4	1,27	0,050	
		250°C	Para usos especiales		3-250	1,39	0,055	
Cable de un solo conductor para alimentadores y circuitos ramales subterráneos. (Para cables del tipo UF multiconductores, véase sección 1330)	UF	60°C	Véase el art. 339	Resistente a la humedad	14-10	*1,60	*0,060	Integral con aislación
					8-2	*2,00	*0,080	
					1-4/0	*2,40	*0,095	
		75°C**		Resistente a la humedad y al calor				
Cable de un solo conductor para acometidas subterráneas (Para cables de USE multiconductores véase sección 334)	USE	75°C	Véase el art. 338	Resistente a la humedad y al calor	12-10	1,20	0,045	Cubierta no metálica resistente a la humedad (Véase 334-1, 2)
					8-2	1,50	0,060	
					1-4/0	2,00	0,080	
					213-500	2,40	0,095	
					501-1000	2,90	0,11	
					1001-2000	3,20	0,125	
Silicón Asbesto	SA	90°C	Lugares secos	Goma Silicón	14-10	1,20	0,045	Asbesto o vidrio
					8-2	1,60	0,060	
					1-4/0	2,00	0,080	
		125°C	Para usos especiales		213-500	2,40	0,095	
					501-1000	2,90	0,110	
					1001-2000	3,20	0,125	
Fluorinado de etileno propileno	FEP	90°C	Lugares secos	Fluorinado de etileno propileno	14-10	0,51	0,020	Ninguna
					8-2	0,76	0,030	
	FEPB	200°C	Para usos especiales	Fluorinado de etileno propileno	14-8	0,35	0,014	Malla de vidrio
					6-2	0,30	0,014	Malla de asbesto

Incluye la envoltura integral.

Para limitaciones de capacidad de corriente, véase 334-1 a).

La cubierta no metálica para conductores individuales recubiertos de goma de cables con cubierta de aluminio y cubierta de plomo o de cables multiconductores, no requiere ser resistente a la llama. Para cables con armadura metálica véase el art. 334-4. Para cables con cubierta no metálica, véase el art. 336-2. Para cables con cubierta del tipo UF, véase el art. 339-1. Para cables con cubierta de aluminio, véase el art. 338-2).

Se conductores de aluminio y de aluminio con recubrimiento de cobre, aislados, el calibre mínimo es el 12. Véase las tablas 310-22 y 310-17.

TABLA II-4 (Continuación)

TABLA (Continuación)

Nombre Comercial	Tipo	Temperatura máxima de funcionamiento	Uso	Aislante	Calibres	Espesor del aislante mm	Espesor del aislante Pulg.	Cubierta exterior
Cinta barnizada	V	85ºC	Lugares secos solamente. Menores que el Nº 6 por acuerdo especial	Cinta barnizada	14-8	1,20	0,045	Cubierta no metálica o de plomo
					6-2	1,60	0,060	
					1-4/0	2,00	0,080	
					213-500	2,40	0,095	
					501-1000	2,80	0,110	
					1001-2000	3,20	0,125	

Asbesto y cinta barnizada						1ª asbesto mm	1ª asbesto Pul.	C.B. mm	C.B. Pulg.	AVA 2ª mm	AVA 2ª asbesto Pul.	AVL 2ª mm	AVL 2ª asbesto Pulg.	
	AVA	110ºC	Lugares secos solamente	Asbesto impregnado y cinta barnizada	14-8 sólido únicamente	—	—	0,76	0,030	0,51	0,020	0,64	0,025	AVA - Malla de asbesto o de vidrio
					14-8	0,25	0,010	0,76	0,030	0,33	0,015	0,64	0,025	
					6-2	0,38	0,015	0,76	0,030	0,51	0,020	0,64	0,025	
	AVL	110C	Lugares húmedos y secos		1-4/0	0,51	0,020	0,70	0,030	0,76	0,030	0,76	0,030	
					213-500	0,64	0,025	1,02	0,040	1,02	0,040	1,02	0,040	AVL - Cubierta de plomo
					501-1000	0,76	0,030	1,02	0,040	1,02	0,040	1,02	0,040	
					1001-2000	0,70	0,030	1,27	0,050	1,27	0,050	1,27	0,050	

Asbesto y cinta barnizado						C. B.		Asbesto			Algodón retardante de la llama (alambrado de cubiertas de distrib.)
	AVB	90ºC	Lugares secos solamente	Asbesto impregnado y cinta barnizada	18-8	0,76	0,030	0,51	0,020		
					6-2	1,02	0,040	0,76	0,030		
					1-4/0	1,02	0,040	1,02	0,040		

	Asbesto		C.B.		2ª asbesto		
14-8	0,25	0,010	0,76	0,030	0,38	0,015	Algodón retardante de la llama
6-2	0,30	0,015	0,76	0,030	0,51	0,020	
1-4/0	0,51	0,020	0,76	0,030	0,76	0,030	
213-500	0,64	0,025	1,02	0,040	1,02	0,040	
501-1000	0,76	0,030	1,02	0,040	1,02	0,040	
1001-2000	0,76	0,030	1,27	0,050	1,27	0,050	

En conductores de aluminio aislados, el calibre mínimo es el 12 Véanse las tablas 310-14 y 310-15.

INFORMACION: Código Eléctrico de los EE.UU.

TABLA II-5

TABLA 310-16 Capacidades de corriente permisibles en amperios de los conductores de cobre aislados No más de tres conductores en canalización o cable, o directamente enterrados. Basadas en una temperatura ambiente de 30°C.

	Temperatura de régimen del conductor. Véase la Tabla 310-13							
	60°C	75°C	85°C	90°C	110°C	125°C	200°C	250°C
Calibre	RUW (14-2) T TW UF	RH, RHW RUH (14-2) THW THWN XHHW USE	V MI	TA,TBS, SA AVB, SIS, FEP FEPB RHH THHN XHHW**	AVA AVL	AI (14-8) AIA	AA FEP* FEPB*	Solamente níquel y níquel con recubr. de cobre
18	—	—	—	21	—	—	—	—
16	—	—	—	22	—	—	—	—
14	15	15	25	25 †	30	30	30	40
12	20	20	30	30 †	35	40	40	55
10	30	30	40	40 †	45	50	55	75
8	40	45	50	50	60	65	70	85
6	55	65	70	70	80	85	95	120
4	70	85	90	90	105	115	120	145
3	80	100	105	105	120	130	145	170
2	95	115	120	120	135	145	165	195
1	110	130	140	140	160	170	190	220
0	125	150	155	155	190	200	225	250
00	145	175	185	185	215	230	250	280
000	165	200	210	210	245	265	285	315
0000	195	230	235	235	275	310	340	370
250	215	255	270	270	315	335	—	—
300	240	285	300	300	345	380	—	—
350	260	310	325	325	390	420	—	—
400	280	335	360	360	420	450	—	—
500	320	380	405	405	470	500	—	—
600	355	420	455	455	525	545	—	—
700	385	460	490	490	560	600	—	—
750	400	475	500	500	580	620	—	—
800	410	490	515	515	600	640	—	—
900	435	520	555	555	—	—	—	—
1000	455	545	585	585	680	730	—	—
1250	495	590	645	645	—	—	—	—
1500	520	625	700	700	785	—	—	—
1750	545	650	735	735	—	—	—	—
2000	560	665	775	775	840	—	—	—

* Sólo para usos especiales. Véase la tabla 310-13.
Estas capacidades se refieren solamente a los conductores descritos en la tabla 310-13.
† Las capacidades para los conductores de los Tipos FEP, FEPB, RHH, THHN y XHHW en los calibres 14, 12 y 10 serán las mismas que las indicadas para los conductores para 75°C en esta tabla.
** Solamente para lugares secos, véase la tabla 310-13.
Para temperaturas ambientes de más de 30°C, véanse los factores de corrección de la Nota 13.

INFORMACION: Código Eléctrico de los EE.UU.

TABLA II-6

TABLA 310-17. Capacidades de corriente permisibles en amperios de los conductores de cobre aislados
Conductor monopolar al aire (a la vista) basadas en temperatura ambiente de 30°C

	Temperatura de régimen del conductor. Vease la Tabla 310-13								
	60°C	75°C	85°C	90°C	110°C	125°C	200°C	250°C	
Calibre	RUW (14-2) T TW	RH RHW RUH (14-2) THW THWN XHHW	V MI	TA, TBS, SA AVB, SIS, FEP FEPB, RHH THHN, XHHW**	AVA AVL	AI (14-8) AIA	A 14-8 AA FEP* FEPB*	TFE Solamente niquel o niquel con recubr. de cobre	Conductores desnudos y cubiertos
18	—	—	—	25	—	—	—	—	—
16	—	—	27	27	—	—	—	—	—
14	20	20	30	30 †	40	40	45	60	30
12	25	25	40	40 †	50	50	55	60	40
10	40	40	55	55 †	65	70	75	110	55
8	55	65	70	70	85	90	100	145	70
6	80	95	100	100	120	125	135	210	100
4	105	125	135	135	160	170	180	285	130
3	120	145	155	155	180	195	210	335	150
2	140	170	180	180	210	225	240	390	175
1	165	195	210	210	245	265	280	450	205
0	195	230	245	245	285	305	325	545	235
00	225	265	275	275	330	355	370	605	275
000	260	310	320	320	385	410	430	725	320
0000	300	360	385	385	445	475	510	850	370
250	340	405	425	425	495	530	—	—	410
300	375	445	480	480	555	590	—	—	460
350	420	505	530	530	610	655	—	—	510
400	455	545	575	575	665	710	—	—	555
500	515	620	660	660	765	815	—	—	630
600	575	690	740	740	855	910	—	—	905
700	630	755	815	815	940	1005	—	—	845
750	655	785	845	845	980	1045	—	—	810
800	680	815	800	860	1020	1085	—	—	780
900	730	870	940	940	—	—	—	—	710
1000	780	935	1000	1000	1165	1240	—	—	965
1250	890	1065	1130	1130	—	—	—	—	—
1500	980	1175	1260	1260	1450	—	—	—	1215
1750	1070	1280	1370	1370	—	—	—	—	—
2000	1155	1365	1470	1470	1715	—	—	—	1405

* Solo para usos especiales. Véase la tabla 310-13.
Estos valores se refieren solamente a los conductores descritos en la tabla 310-13.
† Los valores para los conductores de los Tipos FEP, FEPB, RHH, THHN y XHHW en los calibres 14, 12 y 10 serán las mismas que las indicadas para los conductores para 75°C en esta tabla.
** Solamente para lugares secos. Véase la tabla 310-13.

INFORMACION: Código Eléctrico de los EE.UU.

TABLA II-7

TABLA 310-16. Capacidades de corriente permisibles en amperios de los conductores de aluminio y de aluminio con recubrimiento de cobre, aislados.

No más de tres conductores en canalización o cable, o directamente enterrados.
Basados en una temperatura ambiente de 30°C

	Temperatura de régimen del conductor. Véase la Tabla 310-13						
	60°C	75°C	85°C	90°C	110°C	125°C	200°C
Calibre	RUW (12-2) T UF TW	RH RHW, RUH (12-2) THW, THWN XHHW, USE	V MI	TA, TBS, SA AVB, SIS, RHH THHN, XHHW*	AVA AVL	AI (12-8) ATA	A (12-8) AA
12	15	15	25	25 †	25	30	30
10	25	25	30	30 †	35	40	45
8	30	40	40	40	45	50	55
6	40	50	55	55	60	65	75
4	55	65	70	70	80	90	85
3	65	75	80	80	95	100	115
2	75	90	95	85	105	115	130
1	85	100	110	110	125	135	150
0	100	120	125	125	150	160	180
00	115	135	145	145	170	180	200
000	130	155	165	165	195	210	225
0000	155	180	185	185	215	245	270
250	170	205	215	215	250	270	—
300	190	230	240	240	275	305	—
350	210	250	260	260	310	335	—
400	225	270	290	290	335	360	—
500	260	310	330	330	380	405	—
600	285	340	370	370	425	440	—
700	310	375	395	395	455	455	—
750	320	385	405	405	470	500	—
800	330	395	415	415	485	520	—
900	355	425	455	455	—	—	—
1000	375	445	480	480	560	600	—
1250	405	485	530	530	—	—	—
1500	435	520	580	580	650	—	—
1750	455	545	615	615	—	—	—
2000	470	560	650	650	705	—	—

Estas capacidades se refieren a los conductores descritos en la tabla 310-13.
† Las capacidades de corriente para los conductores de tipos RHH, THHN y XHHW en los calibres 12 y 10 serán las mismas que las indicadas para los conductores para 75°C en esta tabla.
* Solamente para lugares secos. Véase la tabla 310-3 (a).
Para temperaturas ambientes de más de 30°C, véanse los factores de corrección de la Nota 13.

INFORMACION: Código Eléctrico de los EE.UU.

TABLA II-8

TABLA 310-13. Capacidades de corriente permisibles en amperios de los conductores de aluminio y de aluminio con recubrimiento de cobre, aislados.
Conductor monopolar al aire (a la vista). Basadas en temperatura ambiente de 30°C

	Temperatura de régimen del conductor. Véase la Tabla 310-13							
	60°C	75°C	85°C	90°C	110°C	125°C	200°C	
Calibre	RUW (12-2) T TW	RH RHW, RUH (12-2) THW, THWN XHHW*	V MI	TA, TBS, SA AVB, SIS, RHH THHN, XHHW*	AVA AVL	AI (12-8) AIA	A (12-8) AA	Conductores desnudos y cubiertos
12	20	20	30	30 †	40	40	45	30
10	30	30	45	45 †	50	55	60	45
8	45	55	55	55	65	70	80	55
6	60 ‡	75	80	80	95	100	105	80
4	80	100	105	105	125	135	140	100
3	95	115	120	120	140	150	165	115
2	110	135	140	140	155	175	185	135
1	130	155	165	165	190	205	220	160
0	150	180	190	190	220	240	255	185
00	175	210	220	220	255	275	290	215
000	200	240	255	255	300	320	335	250
0000	230	280	300	300	345	370	400	290
250	255	315	330	330	385	415	—	320
300	290	350	375	375	435	460	—	360
350	330	395	415	415	475	510	—	400
400	355	425	450	450	520	555	—	435
500	405	485	515	515	585	635	—	490
600	455	545	585	585	670	720	—	560
700	500	595	645	645	735	795	—	615
750	515	620	670	670	775	825	—	640
800	535	645	695	695	800	855	—	670
900	580	700	750	750	835	—	—	725
1000	625	750	840	800	920*	900	—	770
1250	710	885	905	905	—	—	—	—
1500	795	950	1125	1125	1175	—	—	985
1750	875	1050	1020	1020	—	—	—	—
2000	960	1150	1220	1220	1405	—	—	1165

† Estas capacidades se refieren solamente a los conductores descritos en la tabla 310-13.
‡ Las capacidades de corriente para los conductores de los Tipos RHH, THHN y XHHW en los calibres 12 y 10, serán las mismas que las indicadas para los conductores para 75°C en esta tabla.
* Solamente para lugares secos. Véase la tabla 310-13.
Para temperaturas ambientes de más de 30°C véanse los factores de corrección de la Nota 13.

TABLA II-9

Factores de corrección
Temperaturas ambientes superiores a los 30°C

°C	60°C	75°C	85°C	90°C	110°C	125°C	200°C	250°C
40	0,82	0,88	0,90	0,90	0,94	0,95	—	—
45	0,71	0,82	0,85	0,85	0,90	0,92	—	—
50	0,58	0,75	0,80	0,80	0,87	0,89	—	—
55	0,41	0,67	0,74	0,74	0,83	0,86	—	—
60	—	0,58	0,67	0,67	0,79	0,83	0,91	0,95
70	—	0,35	0,52	0,52	0,71	0,76	0,87	0,91
75	—	—	0,43	0,43	0,66	0,72	0,86	0,89
80	—	—	0,30	0,30	0,61	0,69	0,84	0,87
90	—	—	—	—	0,50	0,61	0,80	0,83
100	—	—	—	—	—	0,51	0,77	0,80
120	—	—	—	—	—	—	0,69	0,72
140	—	—	—	—	—	—	0,59	0,59
160	—	—	—	—	—	—	—	0,54
180	—	—	—	—	—	—	—	0,50
200	—	—	—	—	—	—	—	0,43
225	—	—	—	—	—	—	—	0,30

Más de tres conductores en un conducto o cable. Si el número de conductores en la canalización o cable excede de 3, la capacidad de corriente permisible de cada conductor, se reducirá según se indica en la tabla siguiente:

Número de conductores	Porcentaje de los valores de las tablas 310-16 y 310-18
4 a 6	80
7 a 24	70
25 a 42	60
43 o más	50

TABLA II-10

Dimensiones de los conductores con revestimiento de goma o de termoplástico.

Calibre	Tipos RFH-2, RH, RHH***, RHW***, SF-2		Tipos TF, T THW*, TW, RUH**, RUW**		Tipos TFN, THHN, THWN		Tipos**** FEP, FEPB, TFE, PF, PCF, PTF,				Tipo XHHW	
	Diámetro aproxi-mado mm	Sección aproxi-mada mm2	Diámetro aproxi-mado mm	Sección aproxi-mada mm2	Diámetro aproxi-mado mm	Sección aproxi-mada mm2	Diámetro aproxi-mado mm		Sección aproxi-mada mm2		Diámetro aproxi-mado mm	Sección aproxi-mada mm2
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8		Col. 9		Col. 10	Col. 11
18	3,71	10,77	2,69	5,68	0,23	4,13	0,21		3,35		—	—
16	4,01	12,65	3,00	7,03	0,25	5,09	0,23		4,26		—	—
14	4,34	14,84	3,33	8,71	2,67	5,61	2,67	2,67	5,61	5,61	—	—
14	5,18*	21*	—	—	—	—	—		—		—	—
14	—	—	4,11*	13,29*	—	—	—		—		3,28	8,45
12	4,77	18	3,76	11,10	3,10	7,55	3,07	3,07	7,42	7,42	—	—
12	5,61*	25	—	—	—	—	—		—		—	—
12	—	—	4,55	16,19*	—	—	—		—		3,71	10,77
10	6,15	30	4,27	14,45	3,89	11,87	3,61	3,61	10,26	10,26	—	—
10	—	—	5,05*	20*	—	—	—		—		4,22	13,94
8	7,90	49	5,79	26	5,11	20	4,60	4,29	18,06	14,52	—	—
8	—	—	6,50*	34*	—	—	—		—		5,69	25
6	10,1	80	8,20	53	6,53	33	6,20	7,07	30	49	7,16	40
4	11,5	104	9,45	70	8,33	55	7,42	8,89	43	62	8,33	55
3	12,2	117	10,2	81	9,04	64	8,13	9,60	52	72	9,04	64
2	13,0	133	11,0	95	9,86	76	8,94	10,4	63	85	9,86	76
1	14,9	175	12,9	131	11,4	103	10,97	—	89	—	11,4	103
1/0	16,0	200	13,9	153	12,5	122	11,73	—	108	—	12,5	122
2/0	17,1	231	15,1	179	13,6	146	12,65	—	127	—	13,6	146
3/0	18,5	268	16,4	212	14,9	175	14,22	—	159	—	14,9	175
4/0	19,9	312	17,9	252	16,4	211	15,70	—	193	—	16,4	211

TABLA II-10 (Continuación)

Dimensiones de los conductores con revestimiento de goma o de termoplástico

Calibre	Tipos RFH-2, RH, RHH*, RHW**, SP-2		Tipos TF, T THW†, TW, RUH**, RUW**,		Tipos TFN, THHN, THWN		Tipo**** FEP, FEPB, TFE, PF, PGF, PTF		Tipo XHHW	
	Diámetro aproxi-mado mm	Sección aproxi-mada mm²	Diámetro aproxi-mado mm	Sección aproxi-mada mm²	Diámetro aproxi-mado mm	Sección aproxi-mada mm²	Diámetro aproxi-mado mm	Sección aproxi-mada mm²	Diámetro aproxi-mado mm	Sección aproxi-mada mm²
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8	Col. 9	Col. 10	Col. 11
[illegible]	22,1	382	20,0	315	18,2	260	—	—	18,2	260
[illegible]	23,7	441	21,4	360	19,6	301	—	—	19,6	301
[illegible]	25,0	492	22,7	405	20,9	342	—	—	20,9	342
4/0	26,2	540	23,9	450	22,1	383	—	—	22,1	383
[illegible]	28,4	634	26,1	537	24,3	462	—	—	24,3	462
300	31,3	770	29,0	662	26,9	567	—	—	27,3	583
350	33,1	861	30,8	747	28,7	640	—	—	29,1	654
400	34,0	908	31,7	790	29,5	685	—	—	30,0	709
450	34,9	954	32,6	833	30,4	725	—	—	30,8	742
500	36,5	1 013	34,2	917	32,0	803	—	—	32,3	817
1 000	41,0	1.131	35,7	999	33,5	879	—	—	33,8	898
1 250	42,6	1.423	40,1	1.260	—	—	—	—	38,1	1.140
1.500	45,8	1 644	43,2	1.468	—	—	—	—	41,2	1 330
1.750	48,7	1.864	46,2	1.673	—	—	—	—	44,2	1.534
2 000	51,3	2.070	48,8	1.872	—	—	—	—	46,7	1.715

* Corresponde a las dimensiones de los tipos RHH y RHW.

** En calibres del 14 al 2.

† Corresponde a las dimensiones del tipo THW en calibres del 14 al 8. Para los calibres 6 y mayores del tipo THW, las dimensiones son las mismas que las del tipo T.

*** Las dimensiones de los tipos RHH y RHW sin cubierta externa son las mismas que las del tipo THW. Los conductores de los calibres 10 al 8 son sólidos y los de los calibres 6 y mayores, trenzados.

**** En las columnas 8 y 9, los valores indicados para los calibres 1 al 4/0 corresponden solamente al tipo TFE. Los valores de la derecha de las columnas 8 y 9 corresponden solamente al tipo FEPB.

INFORMACION: Código Eléctrico de los EE.UU.

TABLA II-11

Dimensiones de los conductores con cubierta de plomo

Tipos RL, RHY y RUL

Calibre	Un conductor		Dos conductores		Tres conductores	
	Diámetro mm	Sección mm²	Diámetro mm	Sección mm²	Diámetro mm	Sección mm²
14	7,12	40	7,12 X 11,94	74	15,0	176
12	7,37	43	7,87 X 13,72	94	15,8	194
10	8,89	62	8,89 X 14,99	116	17,3	234
8	10,4	85	10,4 X 18,0	165	20,8	341
6	12,5	121	12,5 X 21,8	238	24,6	476
4	14,0	153	13,7 X 24,4	295	27,4	591
2	15,2	183	15,5 X 27,4	373	30,7	739
1	17,0	227	17,8 X 31,2	488	35,1	961
1/0	18,0	255	18,8 X 33,5	554	37,3	1.097
2/0	19,3	293	20,1 X 35,8	632	39,9	1.252
3/0	20,6	332	21,3 X 36,8	725	42,9	1.445
4/0	22,1	383	22,9 X 41,7	840	47,0	1.729
250	24,9	486	— —	—	51,3	2.065
300	26,4	548	— —	—	54,8	2.335
350	27,9	613	— —	—	57,4	2.594
400	29,0	658	— —	—	61,0	2.916
500	31,2	761	— —	—	65,8	3.400

Nota. Los conductores de los calibres 14 a 8 son sólidos y los de los calibres 6 y mayores, trenzados.
Los valores de esta tabla sólo se aplicarán en caso de tramo recto o con curvas equivalentes a no más de dos de 90°

TABLA II-12

Dimensiones de los conductores con aislante de cinta barnizada y amianto

Tipos AVA, AVB y AVL

Calibre	Tipo AVA		TIPO AVB		Tipo AVL	
	Diámetro aproximado mm	Sección aproximada mm²	Diámetro aproximado mm	Sección aproximada mm²	Diámetro aproximado mm	Sección aproximada mm²
14	6,22	30	5,21	21	8,13	52
12	6,73	36	5,72	26	8,64	59
10	7,24	41	6,22	30	9,14	66
8	7,87	48	6,86	37	9,91	78
6	10,0	79	8,76	61	10,9	94
4	11,3	100	10,0	79	12,2	117
2	12,8	129	11,7	107	14,5	165
1	14,9	173	13,7	148	15,8	194
1/0	15,9	193	14,7	170	16,8	220
2/0	17,0	228	15,9	198	17,9	252
3/0	18,3	262	17,2	231	19,2	288
4/0	19,8	308	18,7	274	20,7	336
250	22,5	397	21,7	369	24,3	461
300	23,9	447	23,1	419	25,7	516
350	25,3	502	24,5	472	26,9	571
400	26,4	548	25,7	516	28,1	619
500	28,6	642	27,8	610	30,2	721
550	29,6	687	28,8	652	32,1	813
600	30,6	736	29,9	703	33,2	865
650	31,5	780	30,7	742	34,0	910
700	32,4	826	31,6	787	34,9	961
750	33,3	871	32,5	832	35,8	1.013
800	34,2	919	33,4	877	36,6	1.052
850	34,9	961	34,2	923	37,3	1.097
900	35,7	1.000	34,9	961	38,2	1.148
950	36,5	1.045	35,7	1.000	39,0	1.194
1.000	37,2	1.090	36,5	1.045	39,8	1.245

Nota. Los conductores de los calibres 14 al 8 son sólidos y los de los calibres 6 y mayores, trenzados, excepto el tipo AVL que es trenzado en todos los calibres.

INFORMACION: Código Eléctrico de los EE.UU.

TABLA II-13

Características y propiedades de los conductores

Calibre	Sección nominal mm²	Conductores de cableado concéntrico simple. Conductores desnudos				Resistencia en c.c. ohmios · km a 25°C		
		Número de hilos	Diámetro de cada hilo mm	Diámetro del cable mm	Sección calculada mm²	Cobre		Aluminio
						Desnudo	Estañado	
18	0,82	Sólido	1,02	1,02	0,82	21,36	22,20	35,10
16	1,31	Sólido	1,29	1,29	1,31	13,45	13,97	22,05
14	2,09	Sólido	1,63	1,63	2,09	8,43	8,79	13,85
12	3,30	Sólido	2,05	2,05	3,30	5,32	5,51	8,73
10	5,27	Sólido	2,59	2,59	5,27	3,34	3,48	5,48
8	8,35	Sólido	3,26	3,26	8,35	2,10	2,16	3,44
6	13,27	7	1,55	4,67	13,21	1,35	1,40	2,21
4	21	7	1,96	5,89	21	0,850	0,883	1,39
3	27	7	2,20	6,60	27	0,673	0,699	1,10
2	34	7	2,47	7,42	34	0,532	0,555	0,873
1	42	19	1,69	8,43	43	0,423	0,440	0,692
1/0	53	19	1,89	9,47	53	0,335	0,348	0,551
2/0	67	19	2,13	10,62	68	0,266	0,277	0,436
3/0	80	19	2,39	11,94	85	0,211	0,219	0,345
4/0	105	19	2,68	13,41	107	0,167	0,172	0,274

TABLA II-13 (Continuación)

Características y propiedades de los conductores

Calibre	Sección nominal mm2	Conductores de cableado concéntrico simple Conductores desnudos				Resistencia en c.c. ohmios · km a 75°C		
		Número de hilos	Diámetro de cada hilo mm	Diámetro del cable mm	Sección calculada mm2	— Cobre		Aluminio
						Desnudo	Estañado	
250	127	37	2,09	14,61	127	0,141	0,147	0,232
300	152	37	2,29	16,00	152	0,120	0,123	0,194
350	177	37	2,47	17,30	177	0,101	0,105	0,165
400	203	37	2,64	18,49	202	0,0886	0,0912	0,145
500	253	37	2,95	20,69	253	0,0709	0,0728	0,116
600	304	61	2,52	22,68	304	0,0591	0,0614	0,0963
700	355	61	2,72	24,49	354	0,0505	0,0522	0,0821
750	380	61	2,82	25,35	381	0,0472	0,0488	0,0774
800	405	61	2,91	26,19	405	0,0443	0,0456	0,0724
900	457	61	3,03	27,76	457	0,0394	0,0404	0,0641
1 000	507	61	1,35	29,26	506	0,0354	0,0364	0,0577
1 250	633	91	2,93	32,74	634	0,0283	0,0291	0,0461
1 500	760	91	3,26	35,86	759	0,0236	0,0243	0,0384
1 750	887	127	2,88	38,76	885	0,0202	0,0209	0,0331
2 000	1 013	127	3,19	41,43	1 014	0,0177	0,0182	0,0288

Los valores de resistencia dados en las tres últimas columnas son aplicables solamente a corriente continua. Cuando se emplean conductores mayores que el 4/0 en corriente alterna, se usarán los factores de multiplicación de la tabla 9, Capítulo 9, para compensar el efecto pelicular.

INFORMACION: Código Eléctrico de los EE.UU.

TABLA II-14

DISTANCIAS PERMISIBLES EN METROS DE CIRCUITO MONOFASICO 120 VOLTIOS

BASADOS EN 3% DE CAIDA DE TENSION, CONDUCTOR DE COBRE

Diámetro Conductor AWG	3 AMP	6 AMP	15 AMP	20 AMP	25 AMP	35 AMP	50 AMP	70 AMP	80 AMP	90 AMP	100 AMP	125 AMP	150 AMP	175 AMP	225 AMP	250 AMP	275 AMP	300 AMP	325 AMP	COS Ø = 1 400 AMP	 450 AMP	 5(AM
18	28																					
16	44	22																				
14	69	35	14																			
12	110	55	22	17																		
10	176	88	35	26	21																	
8	279	140	56	42	33	24																
6	444	222	89	67	53	38	30															
4	707	353	141	106	85	61	42	30														
2	1124	562	226	169	135	96	67	48	42	37												
1/0	1786	893	357	268	214	153	107	76	67	60	54	43										
2/0	2254	1127	451	338	270	193	135	96	84	75	67	54	45									
3/0	2841	1420	568	426	**341**	**243**	**170**	**122**	**106**	**94**	**85**	**68**	**57**	**49**								
4/0		1791	717	537	430	307	215	153	134	119	107	86	71	61	48							
250000			847	635	508	363	254	181	159	141	127	101	84	72	56	51						
300000			1016	762	609	435	305	217	190	169	152	122	101	87	67	61	55					
350000				889	711	507	355	254	222	198	178	142	118	101	79	71	65	59				
400000				1016	813	581	406	290	254	226	203	162	135	116	90	81	73	67	63			
500000					1016	726	508	363	311	282	254	203	169	145	113	101	92	84	78	63		
600000						871	609	435	381	338	305	244	203	174	135	122	111	101	94	76	67	
700000						1016	711	508	444	395	355	284	237	203	158	142	129	118	109	89	79	

R.CU = 10.B

TABLA II-15

DISTANCIAS PERMISIBLES EN METROS DE CIRCUITO TRIFASICO 120/208

BASADO EN 3% CAIDA DE TENSION, CONDUCTOR DE COBRE

Diámetro Conductor AWG	3 AMP	6 AMP	15 AMP	20 AMP	25 AMP	35 AMP	50 AMP	70 AMP	80 AMP	90 AMP	100 AMP	125 AMP	150 AMP	175 AMP	225 AMP	250 AMP	275 AMP	300 AMP	325 AMP	400 AMP	450 AMP	500 AMP
18	54																					
16	86	44																				
14	136	68	20																			
12	218	108	44	32																		
10	346	174	70	52	42																	
8	550	276	110	82	66	48																
6	876	438	176	132	106	76	52															
4	1392	696	278	208	166	120	84	60														
2	2212	1106	442	332	266	190	132	94	82	74												
1/0		1758	704	528	422	302	212	150	132	118	106	84										
2/0		2218	888	666	532	380	266	190	166	148	134	106	88									
3/0		2796	1118	840	672	480	336	240	210	186	168	134	112	96								
4/0			1410	1058	846	604	424	302	264	236	212	170	142	120	94							
250000				1250	1000	714	500	358	312	278	250	200	166	142	112	100						
300000					1200	858	600	428	376	334	300	240	200	172	134	120	110					
350000						1000	700	500	438	388	350	280	234	200	156	140	128	116				
400000							800	572	500	444	400	320	266	228	178	160	156	134	124			
500000								714	626	556	500	400	334	286	222	200	182	166	154	126		
600000									750	666	600	480	400	342	266	240	218	200	184	150	134	
700000										738	700	560	466	400	312	280	254	234	216	176	156	140

TABLA II-16

DIAMETRO Y SECCION DE LOS CONDUCTORES

en CIR.MILS Y MM^2

CONDUCTOR AWG	DIAMETRO A 20°C MILS	m.m.	SECCION A 20°C CIR.mils	$m.m^2$
18	40,30	1,024	1.624	0,8231
16	50,82	1,291	2.583	1,309
14	64,08	1.628	4.107	2,081
12	80.81	2.053	6.530	3,309
10	101.90	2.588	10.380	5.262
8	128.50	3.264	16.510	8.366
6	162.00	4.115	26.250	13.30
4	204.30	5.189	41.740	21.15
2	257.60	6.544	66.370	33.63
1/0	324.90	8.252	105.500	53.48
2/0	364.80	9.266	133.100	67.43
3/0	409.60	10.40	167.800	85.03
4/0	460.00	11.68	211.600	107.20
-	500	12.70	250.000	126.70
-	726	18.44	400.000	202.70
-	814	20.68	500.000	253.40
-	891	22.63	600.000	304.00
-	963	24.46	700.000	354.70

INFORMACION: Manual del Ingeniero Electricista Knowlton.

TABLA II-17

Número máximo de alambres para aparatos de alumbrado en tubos roscados o no roscados de tamaños comerciales. (Con 40% de espacio ocupado basado en los diámetros reales).

	Tamaño comercial del tubo																	
	½			¾			1			1¼			1½			2		
Tipos de alambres	18	16	14	18	16	14	18	16	14	18	16	14	18	16	14	18	16	14
PTF, PTFF, PGFF, PGF, PFF, PF	23	18	14	40	31	24	65	50	39	115	90	70	157	122	95	257	200	156
TFFN, TFN	19	15	—	34	26	—	55	43	—	97	76	—	132	104	—	218	169	—
SF-1	16	—	—	29	—	—	47	—	—	83	—	—	114	—	—	186	—	—
SFF-1, FFH-1	15	—	—	26	—	—	43	—	—	76	—	—	104	—	—	169	—	—
CF	13	10	8	23	18	14	38	30	23	66	53	40	91	72	55	149	118	90
TF	11	10	—	20	18	—	32	30	—	57	53	—	78	72	—	129	118	—
HFH-1	11	—	—	20	—	—	32		—	57	—	—	79	—	—	126	—	—
HF	11	10	—	20	17	—	32	27	—	56	49	—	77	66	—	126	109	—
AF	11	9	7	19	16	12	31	26	20	55	46	36	75	63	49	123	104	81
SFF-2	9	7	6	16	12	10	27	20	17	47	36	30	65	49	42	106	81	69
SF-2	9	8	6	16	14	11	27	23	18	47	40	32	65	55	43	106	90	71
TFH-2	9	7	—	15	12	—	25	19	—	44	34	—	60	46	—	99	75	—
HFH-2	7	5	—	12	10	—	20	16	—	36	28	—	49	39	—	80	62	—

TABLA II-18

Número máximo de conductores en tubos roscados o no roscados de tamaños comerciales.
(Basado en la tabla 1 del capítulo 9)

Tamaño comercial del tubo		½	¾	1	1¼	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	6
Letras del tipo	Calibre													
TW, T, RUH,	14	6	11	19	33	45	74	106						
RUW,	12	5	9	15	26	35	58	83	128					
XHHW (14 a 8)	10	4	7	11	20	27	44	64	99	132				
	8	2	4	6	11	15	24	35	54	72	93			
RHW y RHH	14	6	10	16	29	40	65	93	143	192				
sin cubierta	12	4	8	13	24	32	53	76	117	157				
externa	10	4	6	11	19	26	43	61	95	127	163			
THW	8	1	3	5	10	13	22	32	49	66	85	108	133	
TW,	6	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	78	97	141
T,	4	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	58	73	106
THW,	3	1	1	2	4	6	10	15	23	31	40	50	63	91
RUH (6 a 2),	2	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	43	54	78
RUW (6 a 2),	1		1	1	3	4	6	9	14	19	25	31	39	57
FEPB (6 a 2),	0		1	1	2	3	5	8	12	16	21	27	33	49
RHW y	00		1	1	1	3	5	7	10	14	18	23	29	41
RHH sin cubierta	000		1	1	1	2	4	6	9	12	15	19	24	35
externa	0000			1	1	1	3	5	7	10	13	16	20	29
	250			1	1	1	2	4	6	8	10	13	16	23
	300			1	1	1	2	3	5	7	9	11	14	20
	350				1	1	1	3	4	6	8	10	12	18
	400				1	1	1	2	4	5	7	9	11	16
	500				1	1	1	1	3	4	6	7	9	14
	650					1	1	1	3	4	5	6	7	11
	700					1	1	1	2	3	4	5	7	10
	750					1	1	1	2	3	4	5	6	9

INFORMACION: Código Eléctrico de los EE.UU.

TABLA II-19

Número máximo de conductores en tubos roscados o no roscados de tamaños comerciales.
(Basado en la tabla 1 del capítulo 9)

Tamaño comercial del tubo		½	¾	1	1¼	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	6
Letras del tipo	Calibre													
THWN.	14	10	18	29	51	70	115							
	12	7	13	22	38	52	86	122						
	10	5	8	14	24	33	54	70	120					
	8	2	5	8	14	19	31	45	70	93	120			
THHW.	8	1	4	6	11	15	26	37	57	76	98	125	154	
	4	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	75	94	137
FEP (14 a 2).	3	1	1	3	6	8	13	19	29	39	51	64	80	116
FEPB (14 a 8).	2	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	54	67	97
	1		1	1	3	5	8	12	18	25	32	40	50	72
XHHW (4 a	0		1	1	3	4	7	10	15	21	27	33	42	61
500)	00		1	1	2	3	6	8	13	17	22	28	35	51
	000		1	1	1	3	5	7	11	14	18	23	29	42
	0000		1	1	1	2	4	6	9	12	15	19	24	35
	250			1	1	1	3	4	7	10	12	16	20	28
	300			1	1	1	3	4	6	8	11	13	17	24
	350			1	1	1	2	3	5	7	9	12	15	21
	400				1	1	1	3	5	6	8	10	13	19
	500				1	1	1	2	4	5	7	9	11	16
	600				1	1	1	1	3	4	5	7	9	13
	700					1	1	1	3	4	5	6	8	11
	750					1	1	1	2	3	4	6	7	11
XHHW	6	1	3	5	9	13	21	30	47	63	81	102	128	185
	000				1	1	1	1	3	4	5	7	9	13
	700					1	1	1	3	4	5	6	7	11
	750					1	1	1	2	3	4	6	7	10

TABLA II-20

Número máximo de conductores en tubos roscados o no roscados de tamaños comerciales.
(Basado en la tabla 1 del capítulo 9)

Tamaño comercial del tubo		½	¾	1	1¼	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	6
Letras del tipo	Calibre													
	14	3	6	10	18	25	41	58	90	121	155			
RHW,	12	3	5	9	15	21	35	50	77	103	132			
	10	2	4	7	13	18	29	41	64	86	110	138		
	8	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	75	94	137
RHH	6	1	1	2	5	6	11	15	24	32	41	51	64	93
(con cubierta	4	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31	39	50	72
exterior)	3	1	1	1	3	4	7	10	16	22	28	35	44	63
	2		1	1	3	4	6	9	14	19	24	31	38	56
	1		1	1	1	3	5	7	11	14	18	23	29	42
	0		1	1	1	2	4	6	9	12	16	20	25	37
	00			1	1	1	3	5	8	11	14	18	22	32
	000			1	1	1	3	4	7	9	12	15	19	28
	0000			1	1	1	2	4	6	8	10	13	16	24
	250				1	1	1	3	5	6	8	11	13	19
	300				1	1	1	3	4	5	7	9	11	17
	350				1	1	1	2	4	5	6	8	10	15
	400				1	1	1	1	3	4	6	7	9	14
	500				1	1	1	1	3	4	5	6	8	11
	600					1	1	1	2	3	4	5	6	9
	700					1	1	1	1	3	3	4	6	8
	750						1	1	1	3	3	4	5	8

INFORMACION: Código Eléctrico de los EE.UU.

TABLA II-21

Dimensiones y porcentajes del área de tubo metálico rígido roscado o tubería metálica eléctrica
Áreas de tubería para combinaciones de conductores permitidos por la tabla 1, Capítulo 9

Tamaño comercial	Diámetro interior mm	Area - mm²							
			Sin cubierta de plomo			Con cubierta de plomo			
		Total 100%	2 cond 31%	Más de 2 cond. 40%	1 cond. 53%	1 cond. 55%	2 cond. 30%	3 cond. 40%	4 cond. 38%	Más de 4 cond. 35%
½	15,8	194	60	78	103	107	58	78	74	68
¾	20,9	342	106	137	181	188	103	137	130	120
1	26,6	555	172	222	294	305	167	222	211	194
1¼	35,1	960	300	387	513	532	290	387	368	339
1½	40,9	1.316	408	526	697	724	395	526	500	461
2	52,5	2.168	672	867	1.149	1.192	650	867	824	759
2½	62,7	3.090	958	1.236	1.638	1.700	927	1.236	1.174	1.082
3	77,9	4.761	1.475	1.904	2.523	2.619	1.428	1.904	1.809	1.666
3½	90,1	6.387	1.980	2.555	3.385	3.513	1.916	2.555	2.427	2.235
4	102,3	8.226	2.544	3.282	4.349	4.513	2.462	3.282	3.118	2.872
4½	114,3	10.261	3.181	4.104	5.438	5.644	3.078	4.104	3.899	3.591
5	128,2	12.903	4.000	5.161	6.839	7.097	3.871	5.161	4.903	4.516
6	154,0	18.630	5.778	7.456	9.879	10.251	5.592	7.456	7.083	6.524

INFORMACION: Código Eléctrico de los EE.UU.

TABLA II-22

TABLA 346-10

Radios de las curvas de tubo metálico rígido

Tamaño comercial del tubo	Conductores sin cubierta de plomo cm	Conductores con cubierta de plomo cm
½	10,16	15,24
¾	12,70	20,32
1	15,24	27,94
1¼	20,32	35,56
1½	25,40	40,64
2	30,48	53,34
2½	38,10	63,50
3	45,72	78,74
3½	53,34	91,44
4	60,96	101,60
4½	68,58	114,30
5	76,20	127,00
6	91,44	154,94

TABLA II-23

TABLA 370-6 n). Cajas

Tamaño comercial de las cajas y tipos	Volumen mínimo dm³	Número máximo de conductores No. 14	No. 12	No. 10	No. 8	No. 6
4 x 1.1/4 redonda u octagonal	0.205	8	5	5	4	0
4 x 1.1/2 redonda u octagonal	0.254	7	6	6	5	0
4 x 2.1/8 redonda u octagonal	0.353	10	9	8	7	0
4 x 1.1/4 cuadrada	0.295	9	8	7	6	0
4 x 1.1/2 cuadrada	0.345	10	9	8	7	0
4 x 2.1/8 cuadrada	0.497	15	13	12	10	6*
4 11/16 x 1.1/4 cuadrada	0.418	12	11	10	8	0
4 11/16 x 1.1/2 cuadrada	0.484	14	13	11	9	0
4 11/16 x 2.1/8 cuadrada	0.600	21	18	16	14	6
3 x 2 x 2.1/4 Dispositivos	0.120	3	3	3	2	0
3 x 2 x 2 Dispositivos	0.164	5	4	4	3	0
3 x 2 x 2.1/4 Dispositivos	0.172	5	4	4	3	0
3 x 2 x 2.1/2 Dispositivos	0.205	6	5	5	4	0
3 x 2 x 2.3/4 Dispositivos	0.230	7	6	5	4	0
3 x 2 x 3.1/2 Dispositivos	0.295	9	8	7		0
4 x 2.1/8 x 1.1/2 Dispositivos	0.169	5	4	4	3	0
4 x 2.1/8 x 1.7/8 Dispositivos	0.213	8	5	5	4	0
4 x 2.1/8 x 2.1/8 Dispositivos	0.238	7	6	5	4	0
3.3/4 x 2 x 2.1/2 grupos en mampostería	0.230	7	6	5	4	0
3.3/4 x 2 x 3.1/2 grupos en mampostería	0.345	10	9	8	7	7
FS — Profundidad interior mínima 1 3/4 (4.5 mm) grupo con una sola tapa	0.221	6	6	5	4	0
FD — Profundidad interior mínima 2 3/8 (5.7 mm) grupo con una sola tapa	0.295	9	8	7	6	3
FS — Profundidad interior mínima 1 3/4 (4.5 mm) grupo con una sola tapa	0.225	9	8	7	6	0
FD — Profundidad interior mínima 2 3/8 (5.7 mm) grupo con una sola tapa	0.394	12	10	9	8	4

* No se usará como caja de paso. Solamente para terminales.

TABLA 220-19

Demandas nominales para cocinas eléctricas residenciales, hornos montados en paredes, unidades de cocinas de muebles y otros artefactos de cocinas residenciales con demanda nominal mayor de 1 3/4 kW.

Se usará la columna A para todos los casos, con excepción de lo indicado en la Nota 3 al pie de la tabla.

NUMERO DE ARTEFACTOS	Demanda máxima (véanse las notas)	Factores de demandas (Véase la nota 3)	
	COLUMNA A (no mayor de 12 kW nominales) kW	COLUMNA B (menor de 3 1/2 kW nominales) %	COLUMNA C (3 1/2 kW hasta 8 3/4 kW nominales) %
1	8	80	80
2	11	75	65
3	14	70	55
4	17	66	50
5	20	62	45
6	21	59	43
7	22	56	40
8	23	53	36
9	24	51	35
10	25	49	34
11	26	47	32
12	27	45	32
13	28	43	32
14	29	41	32
15	30	40	32
16	31	39	28
17	32	38	28
18	33	37	28
19	34	36	28
20	35	35	28
21	36	34	26
22	37	33	26
23	38	32	26
24	39	31	26
25	40	30	26
26-30	15 + 1 para cada cocina	30	24
31-40		30	22
41-50	25 + 3/4 para cada cocina	30	20
51-60		30	18
61 y más		30	16

TABLA II-25

Tabla 220-18

Factores de demanda para secadoras eléctricas de ropa de tipo doméstico

Número de secadoras	Factor de demanda (%)
1	100
2	100
3	100
4	100
5	80
6	70
7	65
8	60
9	55
10	50
11-13	45
14-19	40
20-24	35
25-29	32,5
30-34	30
35-39	27,5
40 en adelante	25

INFORMACION: Código Eléctrico de los EE.UU.

TABLA 220-32

Cálculo opcional. Factores de demanda para 3 o más unidades de viviendas multifamiliares.

Nº de unidades de viviendas	factores de % demanda
3-5	45
6-7	44
8-10	43
11	42
12-13	41
14-15	40
16-17	39
18-20	38
21	37
22-23	36
24-25	35
26-27	34
28-30	33
31	32
32-33	31
34-36	30
37-38	29
39-42	28
43-45	27
46-50	26
51-55	25
56-61	24
62 y más	23

TABLA II-27

TABLA 220-20

Factores de demanda para alimentadores de equipos de cocinas eléctricas comerciales incluyendo lavaplatos con calentadores de agua, calentadores de agua y otros equipos de cocina.

Número de equipos	Factores de demanda %
1	100
2	100
3	90
4	80
5	70
6 y más	65

INFORMACION: Código Eléctrico de los EE.UU.

TABLA N.º 38. — Características dimensionales de las barras planas de aluminio de un 99,5 por 100 de pureza e intensidades máximas admisibles en las mismas.

Anchura y espesor	Sección teórica	Peso para la sección teórica	Intensidad máxima admisible en amperios (para corriente continua o alterna a frecuencias industriales)			
mm	mm²	kg/m	1 barra	2 barras	3 barras	4 barras
12 × 2	24	0,065	80	—	—	—
15 × 2	30	0,081	90	—	—	—
20 × 2	40	0,108	120	—	—	—
15 × 3	45	0,122	130	—	—	—
20 × 3	60	0,162	160	—	—	—
25 × 3	75	0,203	185	—	—	—
30 × 3	90	0,243	220	—	—	—
40 × 3	120	0,234	280	—	—	—
25 × 4	100	0,270	220	—	—	—
30 × 4	120	0,324	240	—	—	—
40 × 4	160	0,432	305	—	—	—
50 × 4	200	0,540	360	—	—	—
30 × 5	150	0,405	290	505	740	930
40 × 6	200	0 540	355	615	905	1140
50 × 6	250	0,675	440	810	1125	1410
60 × 5	300	0,810	510	940	1300	1640
80 × 5	400	1,080	660	1215	1685	2120
100 × 5	500	1,350	820	1510	2100	2630
50 × 6	300	0,810	480	880	1240	1555
60 × 6	360	0,972	565	1040	1455	1830
80 × 6	480	1,296	800	1490	2090	2620
100 × 6	600	1,620	895	1950	2320	2900
50 × 8	400	1,080	560	1030	1445	1816
60 × 8	480	1,296	660	1210	1700	2140
80 × 8	640	1,728	940	1730	2420	3050
100 × 8	800	2,160	1030	1890	2660	3340
120 × 8	960	2,602	1200	2210	3100	3890

(Sigue)

TABLA II-28 (Continuación)

Anchura y espesor	Sección teórica	Peso para la sección teórica	Intensidad máxima admisible en amperios (para corriente continua o alterna a frecuencias industriales)			
			1 barra	2 barras	3 barras	4 barras
mm	mm²	kg/m				
60 × 10	600	1,620	745	1370	1900	2400
80 × 10	800	2,160	940	1730	2400	3000
100 × 10	1000	2,700	154	2120	2940	3700
120 × 10	1200	3,240	1360	2500	3480	4350

OBSERVACIONES:

1. — Las longitudes de fabricación varían de 4 a 7 m.
2. — La carga de rotura del aluminio laminado o trefilado es de 7 kg/mm² y no depende de la sección.
3. — Las intensidades máximas admisibles que figuran en la tabla son válidas para barras dispuestas con el eje mayor en posición vertical. En el caso de barras dispuestas horizontalmente, los valores indicados deben multiplicarse por los siguientes coeficientes: 0,85 ÷ 0,82 para una barra, 0,80 ÷ 0,85 para dos, 0,71 ÷ 0,66 para tres y 0,53 ÷ 0,54 para cuatro barras.
4. — En el caso de barras múltiples el intervalo entre las mismas debe ser igual al espesor de una barra.
5. — Los valores indicados de la intensidad máxima admisible corresponden a barras no barnizadas, para un calentamiento de 35° C por encima de la temperatura ambiente (supuesta de 40° C), en ambiente con aire en reposo ilimitado.
6. — En el caso de barras barnizadas con barnices oscuros, los valores indicados pueden aumentarse de un 5 a un 7 %.

TABLA II-29

. — Características dimensionales de las barras planas de cobre electrolítico e intensidades máximas admisibles en las mismas.

Anchura y espesor	Sección teórica	Peso para la sección teórica	Intensidad máxima admisible en amperios (para corriente continua o alterna a frecuencias industriales)			
mm	mm²	kg/m	1 barra	2 barras	3 barras	4 barras
10 × 2	20	0,178	85	—	—	—
12 × 2	24	0,214	100	—	—	—
15 × 2	30	0,267	115	—	—	—
20 × 2	40	0,356	150	—	—	—
10 × 3	30	0,267	105	—	—	—
15 × 3	45	0,401	165	—	—	—
20 × 3	60	0,534	200	—	—	—
25 × 3	75	0,668	235	—	—	—
30 × 3	90	0,801	280	—	—	—
40 × 3	120	1,068	355	—	—	—
20 × 4	80	0,712	235	—	—	—
25 × 4	100	0,890	280	—	—	—
30 × 4	120	1,068	300	—	—	—
40 × 4	160	1,424	385	—	—	—
60 × 4	200	1,780	455	—	—	—
20 × 5	100	0,890	230	515	710	895
25 × 5	125	1,113	334	600	830	1035
30 × 5	150	1,335	365	635	930	1160
40 × 5	200	1,780	450	775	1140	1440
50 × 5	250	2,225	555	1020	1420	1780
60 × 5	300	2,670	640	1190	1640	2070
80 × 5	400	3,560	830	1530	2125	2670
100 × 5	500	4,450	1035	1900	2650	3320
40 × 6	240	2,140	510	940	1315	1650
50 × 6	300	2,670	605	1110	1560	1960
60 × 6	360	3,204	710	1305	1830	2300
80 × 6	480	4,272	1010	1875	2630	3300
100 × 6	600	5,340	1130	2460	2920	3660

(Sigue)

TABLA II-29 (Continuación)

Anchura y espesor	Sección teórica	Peso para la sección teórica	Intensidad máxima admisible en amperios (para corriente continua o alterna a frecuencias industriales)			
			1 barra	2 barras	3 barras	4 barras
mm	mm²	kg/m				
40 × 8	320	2,848	585	1075	1510	1885
50 × 8	400	3,560	705	1295	1820	2290
60 × 8	480	4,272	830	1525	2140	2690
80 × 8	640	5,696	1185	2180	3060	3840
100 × 8	800	7,120	1500	2390	3350	4220
120 × 8	960	8,544	1515	2810	3910	4920
60 × 10	600	5,340	940	1730	2410	3030
80 × 10	800	7,120	1185	2180	3030	3790
100 × 10	1000	8,900	1450	2670	3710	4660
120 × 10	1200	12,820	1715	3150	4390	5490

OBSERVACIONES:

1. — Las longitudes de fabricación varían de 4 a 7 m.
2. — La carga de rotura del cobre recocido es de 20 kg/mm² y no depende de la sección, mientras que la del cobre normal varía de 30 kg/mm² para las secciones pequeñas (10 × 2 - 10 × 3) a 24 kg/mm² para las grandes (de 80 × 5 a 120 × 10).
3. — Las intensidades máximas admisibles que figuran en la tabla son válidas para barras dispuestas con el eje mayor en posición vertical. En el caso de barras dispuestas horizontalmente los valores indicados deben multiplicarse por los siguientes coeficientes: 0,85 ÷ 0,82 para una barra, 0,80 ÷ 0,75 para dos, 0,71 ÷ 0,66 para tres y 0,53 ÷ 0,54 para cuatro barras.
4. — En el caso de barras múltiples el intervalo entre las mismas debe ser igual al espesor de una barra.
5. — Los valores indicados de la intensidad máxima admisible corresponden a barras no barnizadas, para un calentamiento de 30° C por encima de la temperatura ambiente (supuesta de 40° C), en ambiente con aire en reposo ilimitado.
6. — En el caso de barras barnizadas con barnices oscuros, los valores indicados pueden aumentarse de un 5 a un 7 %.

CAPITULO III

CIRCUITOS DE ALIMENTACION PARA MOTORES ELECTRICOS

CAPITULO III

CIRCUITOS DE ALIMENTACION PARA MOTORES ELECTRICOS

Contenido:

3.1 Generalidades

3.2 Componentes del circuito alimentador del motor

3.3 Diseño de circuitos con varios motores en un solo alimentador

3.4 Ejemplo de instalación de motores

CAPITULO III

CIRCUITO DE ALIMENTACION PARA MOTORES ELECTRICOS

3.1 GENERALIDADES

El diseño de instalaciones de motores eléctricos requieren atención especial, ya que la carga a instalarse generalmente es alta.

Un circuito de alimentación de motor consiste en los conductores y en varios dispositivos de protección y desconexión. Todos en conjunto deben funcionar apropiadamente bajo condiciones tan diferentes como son el arranque, el servicio normal, la parada, la sobrecarga, cortocircuitos y circuitos a tierra, sin perjudicar a personas o causar daños materiales fuera y en si mismo.

En las secciones 430-1 a 430-153 del NEC se cubre todas las fases de este trabajo. Esta parte del código es un poco complicada, aunque si puede descomponerse en unas reglas relativamente sencillas. Sin embargo estas reglas sencillas no pueden abarcar las condiciones generales desde la instalación de un pequeño motor hasta otro de cientos de caballos de potencia, ya que cada instalación tiene sus propias restricciones.

En este capítulo se hablará únicamente de instalaciones a 600 voltios o

de menor tensión.

No se va a describir detalladamente todo lo que considera el NEC en 40 páginas destinadas a instalación de motores, sino que más bien este capítulo está orientado a las instalaciones más comunes, en las que pueden intervenir gran parte de los motores.

Para poder proyectar adecuadamente se debe averiguar tres elementos básicos:

- La potencia instalada
- El coeficiente de utilización
- El coeficiente de simultaneidad

El proyecto de la instalación debe realizarse basándose en estos elementos y ha de satisfacer los siguientes requisitos:

1. Reducir al mínimo la sección de los conductores que deben emplearse, de modo que la instalación resulte lo más económica posible.

2. Nivelar la tensión en los diferentes puntos de la instalación, de modo que siempre pueda actuarse sobre el valor de la misma con medidas de carácter general.

3. Prover posibilidades de seccionamiento de modo que pueda excluírse rápidamente la parte del circuito que estuviera averiada.

4. Calcular las protecciones contra cortocircuitos y contra sobrecargas, de modo que la instalación sea selectiva con respecto a las averías de cada máquina, procurando limitar las eventuales desconexiones de carácter general.

5. En caso de existir cargas monofásicas (máquinas de soldar, motores y resistencias monofásicas, etc.) equilibrar la instalación distribuyendo equitativamente la carga sobre las tres fases.

6. Evitar en lo posible la disposición de cargas importantes al final de circuitos radiales y, en general, eludir siempre la distribución radial.

7. Separar eléctricamente todas las máquinas que por sus características de absorción (arranques en condiciones difíciles, máquinas de soldar por puntos, etc.) perturbarían el buen funcionamiento del resto de la instalación.

8. Proteger adecuadamente a las personas de las eventuales tensiones de contacto.

Estos son los principios en los que un buen diseñador debe basarse para

que permita realizar una instalación totalmente concordante con la función que debe cumplir.

3.2 COMPONENTES DEL CIRCUITO ALIMENTADOR DEL MOTOR

3.2.1 Corriente del Motor

La corriente consumida por un motor varía mucho de acuerdo a las circunstancias. En la mayoría de los motores es muy grande en el arranque y desciende gradualmente a medida que aumenta la velocidad, quedándose en su intensidad nominal cuando el motor alcanza toda su velocidad y soporta la carga equivalente a su potencia, pero aumenta cuando se sobrecarga el motor, lo cual, a su vez, introduce muchos problemas de protección.

3.2.2 Intensidad a Plena Carga

Es la corriente consumida por el motor, mientras desarrolla su potencia nominal. El NEC la denomina también corriente del "motor en marcha".
Es también el amperaje que figura en la placa de características del motor.

Tenemos que tomar en cuenta que cuando se proyecta la instalación para un motor, en la mayoría de los casos aún no se ha adquirido éste. Conviene por tanto consultar las tablas III-2 a III-5 que están al final del pre-

sente capítulo (equivalen a las tablas 430-147 a 430-150 del NEC) que especifican el amperaje a utilizar en los cálculos para diferentes clases de motores a distintas tensiones.

Deben tomarse muy en cuenta las indicaciones que constan al pie de las tablas.

3.2.3 Corriente de Sobrecarga

No se debería instalar ningún motor con la idea de que desarrolle una potencia mayor a la suya. Pero si se le obliga a ello, el motor, consumiendo mayor intensidad, desarrollará una potencia mayor y si se permite que esa mayor intensidad circule indefinidamente, es decir, que el motor esté contínuamente sobrecargado, hará que se recaliente y, en definitiva que se acorte su vida útil, y si la carga es muy grande puede quemarse el motor muy rápidamente.

El objeto de lo que el NEC denomina "protección del motor en marcha contra las sobrecargas" es desconectarlo de la línea si la sobrecarga es lo suficientemente grande como para averiar el motor si se permitiera continuar indefinidamente. También desconecta el motor si falla el arranque.

3.2.4 Corriente de Arranque

Al conectar un motor a la línea, el amperaje que consume es muy superior al que tiene cuando llega a su velocidad. La relación entre la intensidad en el arranque y la de régimen, varía grandemente con el tamaño y tipo de motor y puede llegar hasta un valor del 600%.

La relación de intensidades para un motor determinado depende del tipo de maquinaria que acciona el motor. Si la carga a mover es liviana, el amperaje consumido en el arranque es mínimo, pero si la carga es difícil el amperaje consumido en el arranque será elevado.

Todo motor cuya potencia sea superior o igual a 0.5 H.P. lleva en su placa de características una letra de código que indica el consumo aproximado de kilovoltamperios por H.P. con el motor en posición de rotor bloqueado (el motor está bloqueado y no puede dar vueltas el rotor. Es claro que ningún motor trabajó nunca de esa forma; pero en el momento en que se conecta a la corriente, no está girando, es decir, existe la condición de rotor bloqueado hasta que el motor empiece a girar).

Por la letra de código se puede determinar cuál es la intensidad máxima requerida por un motor durante el arranque, que es un dato muy útil para establecer la capacidad de los distintos componentes que intervienen en

un circuito de motor.

En la tabla III-1 (fin del capítulo) se indica lo referente al significado de las letras.

3.2.5 Conductores para Circuitos de Motores

La capacidad de transporte tiene que ser el 125% de la intensidad a plena carga. La sección 430-22 del NEC, especifica que estos conductores (bien sean alimentadores o circuitos derivados) deberán tener una capacidad no menor al 125% de la intensidad consumida por el motor a plena carga según determinan las tablas III-2 a III-5 que están al final de este capítulo.

Hay excepciones en las que el cable tiene que ser mayor y unas pocas en las que puede ser menor. Las excepciones se aplican a motores que no son de uso común como lo indica el NEC en su sección 430-22.

3.2.5.1 Caída de Tensión:

Para calcular la caída de tensión primeramente obtenemos la distancia que hay entre el motor y el tablero de distribución del cual está alimentado. Luego seguimos el procedimiento indicado en el capítulo II y aplicamos las tablas correspondientes, para determinar el mínimo conductor que pro-

duzca una caída de tensión no mayor a 2,5% de la tensión a la que trabaja el motor. (2.5% valor práctico basado en la experiencia de ingenieros dedicados a los proyectos de instalaciones de fuerza motriz).

Hay que tener muy en cuenta que la corriente de arranque es mucho mayor a la de régimen normal, y por esta razón la caída de tensión tendrá mucha importancia cuando el motor arranca con carga.

En el caso de que el motor arranque en vacío y se le conecte la carga cuando ha llegado a su velocidad nominal, la caída de tensión en el momento de arranque tendrá poca importancia.

3.2.6 Protección contra las Sobrecargas del Circuito de un Motor

Los conductores componentes del circuito de conexión de un motor, deben ser protegidos contra las sobrecargas superiores a la corriente de arranque. Esta protección además resguarda los mandos del motor que generalmente están diseñados para la intensidad consumida por el motor.

La protección del motor puede ser en forma de fusibles o disyuntor.

3.2.7 Capacidad Máxima de la Protección contra la Sobrecarga

La sección 430-52 del NEC trata de este tema. Un circuito que alimente

un sólo motor puede estar protegido por fusibles calibrados a no más del 300% de la carga total del motor o por un disyuntor no superior al 250%.

Se puede calcular la protección utilizando las tablas III-3 a III-6 (fin del capítulo) que nos dan la carga total del motor y luego por la tabla III-8 determinar la capacidad máxima. Hay que tener en cuenta que si en los cálculos tenemos como resultado un valor para disyuntor o fusible, no normalizado, tenemos que escoger el inmediato superior.

3.2.8 OMisión del Elemento contra las Sobrecargas del Circuito del Motor

Suponiendo que el motor es la única carga de un circuito y que los conductores componentes del alimentador y los conductores del circuito del motor tienen igual sección, se puede suprimir la protección contra las sobrecargas del circuito derivado, ya que los conductores de este circuito están protegidos por el mismo elemento que protege a los alimentadores.

3.2.9 Protección contra las Sobrecargas del Alimentador del Motor

Un alimentador que alimente a un motor y nada más, deberá estar previsto de una protección contra sobrecargas que no superará a la calculada como se acaba de describir para la protección del circuito derivado del motor.

3.2.10 Medios de Desconexión, Protección contra las Sobrecargas en Marcha y Mando

Estas tres partes integrantes de los circuitos del motor pueden ser consideradas por separado como partes independientes o bien agrupadas entre sí. Seguidamente se va a analizar cada una de estas partes como componentes independientes para luego hacer combinaciones entre sí.

3.2.11 Medios de Desconexión

El objetivo principal de los medios de desconexión es exclusivamente aislar el motor y su mando, cuando se requiere trabajar en el motor, en su mando o la maquinaria que acciona.

El NEC exige que los medios de desconexión tengan una capacidad mínima de 115% de la corriente del motor a plena carga. La identificación de que está en posición abierta o cerrada debe ser muy clara.

El medio de desconexión debe ser visible desde los mandos del motor. Deberá abrir simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra. El mando y el medio de desconexión pueden ir juntos en una misma caja.

El medio de desconexión puede ser un interruptor accionado manualmente, o un disyuntor con las siguientes excepciones:

- Para motores estacionarios menores a 1/8 H.P., el dispositivo de protección contra sobrecorrientes del circuito ramal puede servir como medio de desconexión.
- Para motores estacionarios menores a 2 H.P. y tensiones hasta 300 voltios, se puede utilizar interruptores de uso general, siempre y cuando estén calibrados en amperios, para una intensidad igual, al menos, a dos veces la intensidad del motor trabajando a plena carga.

Para motores estacionarios mayores de 100 H.P., los medios de desconexión pueden ser un interruptor de circuito de motor con capacidad nominal especificada en amperios, un interruptor de uso general o un seccionador. Los seccionadores deberán indicar claramente "no abrir con carga".

Para los motores portátiles basta con el enchufe.

3.2.12 Protección de los Motores contra las Sobrecargas

Estos dispositivos están destinados a proteger a los motores, aparatos para controlar motores, y los conductores de los circuitos ramales, contra el calentamiento excesivo debido a sobre-cargas del motor o fallas en el arranque.

Según el NEC una sobrecarga en un aparato eléctrico es una sobrecorriente de funcionamiento, que cuando dura un tiempo suficientemente prolongado, puede dañar o recalentar peligrosamente el aparato.

En definitiva la protección contra sobrecargas tiene la finalidad de interrumpir el paso de energía eléctrica cuando el motor absorva durante un cierto tiempo de la línea de alimentación una corriente de valor superior en un 10% a la máxima correspondiente al funcionamiento normal a plena carga.

Si en este caso no interviene el dispositivo de protección; la temperatura de los devanados sobrepasará los límites admisibles y los aislantes se carbonizan progresivamente hasta llegar al incendio del motor.

La protección contra sobrecarga puede consistir en fusibles capaces de soportar durante un corto período la intensidad de arranque, e indefinidamente la corriente en trabajo normal, pero que se funden si tiene lugar una sobrecarga que se mantenga el tiempo suficiente para averiar al motor. Los fusibles apropiados son los de tipo retardado.

En lugar de los fusibles se pueden emplear los disyuntores que trabajan aproximadamente del mismo modo que los fusibles antes indicados.

3.2.13 Conductores en los que deben colocarse fusibles: (NEC)

Cuando se utilicen fusibles para la protección del motor en marcha, se debe instalar un fusible en cada conductor no puesto a tierra. Se debe intercalar un fusible, también en un conductor puesto a tierra, cuando el sistema de alimentación es de tres conductores, tres fases en corriente alterna, con un conductor puesto a tierra.

3.2.14 Conductores donde deben colocarse dispositivos que no sean fusibles

Cuando se utilicen dispositivos que no sean fusibles para la protección contra sobrecarga del motor en marcha, el número mínimo permitido y la ubicación de los dispositivos de sobrecarga, tales como bobinas de disparo, relés o elementos térmicos de corte, deben estar de acuerdo con la tabla III-2 (fin del capítulo).

3.2.15 Mandos del Motor

El NEC define el término mando o control como "cualquier interruptor o dispositivo normalmente utilizado para el arranque y parada del motor".

Los mandos pueden ser dispositivos a ser controlados a mano o automáticamente.

3.2.16 Requisitos para los Mandos

El mando debe ser capaz de arrancar o parar el motor. Además para los motores de corriente alterna tendrá que ser capaz de interrumpir la corriente del motor cuando el rotor está bloqueado.

El NEC exige que el mando sea para una potencia no inferior a la del motor con algunas excepciones. Las más importantes son:

- Motores estacionarios de 1/8 H.P. o inferiores. Para estos motores que normalmente se deja trabajando de modo contínuo y que está construído para ello, que no puede averiarse por sobrecarga o falla de arranque, el dispositivo para las sobrecargas del circuito puede servir como mando.
- Motores portátiles de 1/3 de H.P. o menos. En este caso el mando puede ser simplemente el enchufe.
- Motores estacionarios de 2 H.P. o menos. Para estos motores con una tensión de 300 voltios o inferior, el mando puede consistir en un interruptor de uso general, cuya capacidad en amperios sea al menos dos veces la intensidad de la corriente del motor a plena carga. También se puede emplear uno de uso general "sólo para corriente alterna" siempre que la intensidad a plena carga del motor no exceda del 80% de la capacidad del interruptor, el cual, a su

vez, tendrá que ser para una tensión por lo menos igual a la del motor.

- También puede utilizarse un disyuntor como mando, calibrado sólo en amperios, se lo puede utilizar pero cuando a su vez hace de elemento protector contra la sobrecarga de motor en marcha, debiendo además cumplir todos los requisitos que se exigen para esa protección.

Basta con que el mando abra solamente el número de conductores suficientes para arrancar y parar el motor. Sin embargo, si al mismo tiempo hace de medio de desconexión, como veremos a continuación, debe cumplir algunos otros requisitos. A este respecto, observar que se permite que el mando abra el hilo de tierra, pero solamente cuando dicha pieza está construída de modo tal que junto con el hilo de tierra abra simultáneamente todos los que no estén puestos a masa.

En general, el mando deberá estar situado de modo que queden a su vista el motor y la maquinaria que acciona, a menos que se cumpla uno de los puntos siguientes:

1) El mando o su medio de desconexión sea capaz de quedar bloqueado en su posición de abierto.

2) Se coloque a la vista del motor, un interruptor accionado a mano, para evitar su arranque. Es claro que se incluye estas condiciones como medida de seguridad, para trabajar en el motor o en su equipo accionado, sin el peligro de que alguien que ignore dicho trabajo arranque el motor desde un punto remoto.

3.2.17 Circuitos de Control Remoto

A menudo se puede arrancar y parar un motor desde un punto distante, en el cual puede situarse el mando y tener unos cables desde él hasta el motor.

Los circuitos de control remoto no requieren protección contra sobrecorriente si:

a) La protección del circuito del motor contra sobrecorriente se hace con un valor no superior al 500% de la capacidad de los conductores entre el arrancador y los pulsadores de control.

b) El arrancador y los pulsadores estén ambos colocados en la misma unidad, y si el circuito de control remoto no se extiende fuera de la máquina.

c) Y en el caso de las bombas de incendio.

Cuando se requiere una protección para el circuito de control remoto, se protege con fusibles de acción instantánea y con un valor nominal no menor de 500% de la capacidad de corriente de los conductores.

3.2.18 Conexión a Tierra

Según el artículo 430-142 del NEC, los motores estacionarios tienen que estar puestos a tierra cuando exista cualquiera de las cuatro condiciones siguientes:

a) Si se alimenta por medio de conductores con cubierta metálica

b) Si están situados en lugares húmedos y no están aislados o puestos a tierra.

c) Si están en lugares peligrosos

d) Si trabaja con alguna terminal a más de 120 voltios respecto a tierra.

3.3 DISEÑO DE CIRCUITOS CON VARIOS MOTORES EN UN SOLO ALIMENTADOR

Es muy común encontrar conectados en un circuito de tomas de corriente, pequeños motores de menos de un H.P. de potencia.

Este tipo de instalación está regida por reglas muy simples tales como:

- Usar tomacorrientes y enchufes de los tipos 15 amp-125 voltios o

Las reglas más importantes para este tipo de instalación y que están basadas en lo que establece el NEC son las siguientes:

3.3.1 Conductores

Cuando hay más de un motor en un circuito, se determina primero la capacidad mínima necesaria de los conductores (sea éste alimentador o circuito derivado) como si se tratara del mayor motor del grupo. Luego se le suma la corriente a plena carga de cada uno de los demás motores del grupo. La suma total es la capacidad mínima, con la cual y la ayuda de las tablas II-5 a II-8 (fin del Segundo Capítulo) resulta fácil determinar la sección mínima que se exige para los conductores.

3.3.2 Protección del Alimentador del Motor contra la Sobrecarga

La sección 430-62 del NEC especifica que el alimentador de un grupo de motores, estará provisto de una protección contra sobrecargas, cuya intensidad no superará a la mayor intensidad del dispositivo protector del circuito derivado que alimente al mayor motor, más la suma de las intensidades a plena carga de los otros motores del grupo.

Puede haber el caso en que deban arrancarse uno o más motores al mismo tiempo, en los cuales se debe incrementar tanto el tamaño de los conductores del alimentador, como el elemento protector.

3.3.3 Protección contra Sobrecargas de los Circuitos de los Motores

Cada motor debe tener un mando y una protección contra las sobrecargas. La protección contra las sobrecargas del circuito derivado deben estar calibradas a un amperaje no mayor al permitido para el mayor de los motores del grupo, como si éste fuera el único del circuito, más la corriente de régimen de cada uno de los otros motores del grupo. Además no debe exceder del amperaje marcado en el elemento contra las sobrecargas de la instalación del grupo para el menor de los motores.

3.3.4 Medios de Desconexión

Cada motor debe tener su medio propio de desconexión. Pero el NEC permite que se puede manejar un grupo de motores con un sólo medio de desconexión, bajo una de las tres condiciones siguientes:

1) Si varios motores accionan distintas partes de una sola máquina como por ejemplo las máquinas herramientas para el trabajo de los metales o de la madera, las grúas y los elevadores, etc.

2) Si varios motores están en un mismo local, a la vista del medio de desconexión.

3) Si varios motores están protegidos por un solo dispositivo contra las sobrecargas del circuito derivado.

La capacidad del medio de desconexión común no debe ser menor a la que haría falta para un solo motor de potencia igual a la suma de los H.P. de los distintos motores en conjunto.

3.3.5 Protección del Motor contra la Sobrecarga

Seleccionar un dispositivo protector para cada motor, como si fuera el único motor en el circuito, excepto que tiene que ser un tipo aprobado para la instalación de grupo.

3.3.6 Mandos

Todo mando deberá ser aprobado para la instalación de grupo. Se podrá manejar varios motores con un solo mando, cuando se cumplan las mismas condiciones descritas para el medio de desconexión.

3.4 EJEMPLO DE INSTALACION DE MOTORES

El objeto de este ejemplo, es determinar el calibre de los conductores, la protección contra sobrecargas del motor en marcha, la protección del circuito ramal y la del alimentador de un motor de inducción de jaula de ardilla de 25 H.P. (arranque a plena tensión, factor de servicio de 1.15 y letra de código F) y de dos motores de inducción de rotor bobinado de 30 H.P. cada uno (40°C de aumento de temperatura). En un circui-

to de alimentación trifásica de 460 voltios y 60 HZ.

3.4.1 Carga de los Conductores

3.4.1.1 Motor de 25 H.P.:

La corriente a plena carga del motor de 25 H.P. es 34 amp. (Valor obtenido de la tabla III-6).

Los conductores de un circuito ramal que alimenten un solo motor tendrán una capacidad de corriente no menor que el 125% de la corriente nominal a plena carga del motor - Art. 430-22 del NEC - por lo cual una corriente a plena carga de 34 amp. x 1.25 = 42.5 Amp.

3.4.1.2 Motores de 30 H.P. (Dos):

La corriente a plena carga del motor de 30 H.P. es 40 amp. (Valor obtenido de la tabla III-6).

Una corriente a plena carga de 40 amp. x 1.25 = 50 Amp. (De acuerdo al Artículo indicado para el caso anterior).

3.4.2 Alimentador

Para calcular el alimentador recordemos que los conductores que alimentan

dos o más motores tendrán una capacidad igual a la suma del valor nominal de la corriente a plena carga de todos los motores, más el 25% del valor de la corriente del motor más grande del grupo (Art. 430-24 del NEC).

Como en este caso tenemos dos motores con 30 H.P. y son los más grandes, asumimos como si uno de ellos fuera el mayor y procedemos a realizar los cálculos.

Capacidad del conductor Alimentador: $40 \times 1.25 + 40 + 34 = 124$ amp.

3.4.3 Calibre de los Conductores

Con los valores obtenidos de 34 amp. para el motor de 25 H.P. y 40 amp. para los dos motores de 30 H.P. recurrimos a las tablas II-5 a II-8 (fin del Capítulo II) y escogemos el conductor adecuado. Para este caso tenemos lo siguiente:

Motor 25 HP.: Conductores de cobre tipo TW # 6 AWG aislado (Temperatura 60°C.)

Motor 30 H.P.: Conductor de cobre tipo TW # 6 AWG aislado (Temperatura 60°C.)

Alimentador: Conductores de cobre tipo TW 1/0 AWG aislado (Temperatura

60°C.)

De acuerdo a la Tabla II-14 del Capítulo II, el alimentador puede tener una longitud máxima (simple) de 84 metros, produciendo una caída de tensión máxima de 3% (transportando una corriente de 25 amp. como máximo).

3.4.4 Protección contra Sobrecorriente del Motor en Marcha

3.4.4.1 Motor de 25 H.P.:

Con una corriente a plena carga de 24 amperios debe tener una protección contra sobrecarga en marcha no más de 42.5 amperios (34 x 1.25).

3.4.4.2 Motores de 30 H.P.:

Con una corriente a plena carga de 40 amperios debe tener una protección contra sobrecarga en marcha, no mayor de 50 amperios (40 x 1.25).

3.4.5 Protección contra Sobrecorriente del Circuito Ramal

3.4.5.1 Motor 25 H.P.:

El circuito ramal del motor de 25 H.P. debe tener una protección contra sobrecorrientes no mayor del 300% para un fusible sin tiempo diferido (Tabla III-8) o sea 3 x 34 = 102 amp. El fusible de calibre normalizado es 100 amperios.

3.4.5.2 Motores 30 H.P.:

La protección contra sobrecorrientes del circuito ramal de un motor de 30 H.P. es de 150% (Tabla III-8) o sea: 1.5 x 40 = 60 amperios.

3.4.6 Protección contra Sobrecorrientes del Circuito Alimentador

El valor máximo de la capacidad de un dispositivo de protección contra la sobrecorriente del alimentador está basado en la suma del dispositivo del mayor valor de protección de los circuitos ramales (fusible de 100 amperios), más la suma de los valores de las corrientes a plena carga de los otros motores o sea 100 + 40 + 40 = 180 amp. El fusible normalizado que no sobrepase este valor es 175 amperios.

Las capacidades de corriente normalizadas de fusibles y de interruptores automáticos de tiempo inverso son:

15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1.000, 1.200, 1.600, 2.000, 2.500, 3.000, 4.000, 5.000 y 6.000.

Estos valores han sido tomados del NEC Art. 240-6.

CAPITULO III

TABLAS DE USO PRACTICO

III-1 Letras de código indicadoras de KVA/HP con rotor bloqueado.

III-2 Unidades de sobrecarga para protección del motor en marcha.

III-3 Motores de corriente contínua, corriente de plena carga en amperios.

III-4 Motores monofásicos de corriente alterna. Corriente a plena carga en amperios.

III-5 Motores bifásicos de corriente alterna (4 hilos). Corriente a plena carga en amperios.

III-6 Motores trifásicos de corriente alterna. Corriente a plena carga en amperios.

III-7 Corrientes de rotor bloqueado.

III-8 Capacidad máxima o ajuste de los dispositivos de protección de los circuitos ramales de motores.

TABLA III-1

TABLA 430-7 b)
Letras de código indicadoras de kVA/HP con rotor bloqueado

Letra de código	kVA por HP con rotor bloqueado		
A	0	—	3,14
B	3,15	—	3,54
C	3,55	—	3,99
D	4,0	—	4,49
E	4,5	—	4,99
F	5,0	—	5,59
G	5,6	—	6,29
H	6,3	—	7,09
J	7,1	—	7,99
K	8,0	—	8,99
L	9,0	—	9,99
M	10,0	—	11,19
N	11,2	—	12,49
P	12,5	—	13,99
R	14,0	—	15,99
S	16,0	—	17,99
T	18,0	—	19,99
U	20,0	—	22,39
V	22,4	—	y más

INFORMACION: Código Eléctrico Nacional de los EE.UU.

TABLA III-2

TABLA 430 37
Unidades de sobrecarga para protección del motor en marcha

Tipo de motor	Sistema de alimentación	Número y ubicación de unidades de sobrecarga tales como bobinas de disparo, relés, fusibles o elementos térmicos de corte
C. A. monofásica o C. C.	2 hilos no puestos a tierra, C. A. monofásica o C. C.	1 en cualquiera de los conductores.
C. A. monofásica o C. C.	2 hilos, C. A. monofásica o C. C. uno de los hilos puesto a tierra.	1 en el conductor no puesto a tierra.
C. A. monofásica o C. C.	3 hilos, C. A. monofásica o C. C. Neutro a tierra.	1 en cada conductor no puesto a tierra.
C. A. bifásica	3 hilos no puestos a tierra C. A., bifásica.	2 uno en cada fase.
C. A. bifásica	3 hilos, C. A. bifásica, uno de los conductores puesto a tierra.	2 en los conductores no puestos a tierra.
C. A. bifásica	4 hilos, C. A. bifásica con puesta a tierra o no.	2 uno por fase en los conductores no puestos a tierra.
C. A. bifásica	5 hilos, C. A. bifásica con neutro puesto a tierra o no.	2 uno por fase en cualquier hilo de fase no puesto a tierra.
C. A. trifásica	Cualquier trifásico.	3* uno en cada fase.

INFORMACION: Código Eléctrico Nacional de los EE.UU.

TABLA III-3

TABLA 430-147. Motores de corriente continua.
Corriente de plena carga en amperios.

Los valores de corriente de plena carga* dados en esta tabla son para motores funcionando a su velocidad básica.

	Tensión nominal*					
HP	90V	120V	180V	240V	500V	550V
¼	4,0	3,1	2,0	1,6		
⅓	5,2	4,1	2,6	2,0		
½	6,8	5,4	3,4	2,7		
¾	9,6	7,6	4,8	3,8		
1	12,22	9,5	6,1	4,7		
1½		13,2	8,3	6,6		
2		17	10,8	8,5		
3		25	16	12,2		
5		40	27	20		
7½		58		29	13,6	12,2
10		76		38	18	16
15				55	27	24
20				72	34	31
25				89	43	38
30				106	51	46
40				140	67	61
50				173	83	75
60				206	99	90
75				255	123	111
100				341	164	148
125				425	205	185
150				506	246	222
200				675	330	294

* Estos valores son valores medios de variaciones de corriente corrientes.

INFORMACION: Código Eléctrico Nacional de los EE.UU.

TABLA III-4

TABLA 430-148. Motores monofásicos de corriente alterna. Corriente a plena carga en amperios.

Los siguientes valores de corriente a plena carga son para motores que giran a velocidades usuales y con características normales de par. Los motores construidos para velocidades especialmente bajas o con pares especialmente altos pueden requerir mayores corrientes a plena carga y los motores de velocidades múltiples tendrán corriente a plena carga que varía con la velocidad, en cuyos casos se utilizará la corriente nominal de la placa de características.

Para obtener las corrientes a plena carga de motores de 200 voltios incrementese la corriente a plena carga correspondiente a un motor de 230 voltios en un 15%.

Las tensiones indicadas son las tensiones nominales de los motores. Las corrientes indicadas corresponden a sistemas con bandas de tensiones de: 110 a 120, 208, 220 a 240 voltios.

HP	115 V	208 V	230 V
½	4,4	2,4	2,2
¾	5,8	3,2	2,9
1	7,2	4,0	3,6
1½	9,8	5,4	4,9
2	13,8	7,6	6,9
3	16	9	8
5	20	11	10
7½	24	13	12
10	34	19	17
	56	31	28
	80	44	40
	100	55	50

INFORMACION: Código Eléctrico Nacional de los EE.UU.

TABLA 430-149. Motores bifásicos de corriente alterna (4 hilos)
Corriente a plena carga en amperios.

Los siguientes valores de corriente a plena carga son para motores que giran a velocidades usuales, con transmisión por correa y con características normales de par. Los motores construídos para velocidades especialmente bajas o para especialmente altos pueden requerir mayor corriente en marcha, y los motores de velocidades múltiples tendrán la corriente a plena carga que varía con la velocidad, en cuyo caso se considerará la corriente nominal de la placa de características.

La corriente en el conductor común de un sistema bifásico de tres hilos será igual al valor dado multiplicado por 1,41.

Las tensiones indicadas son las nominales de los motores. Las corrientes indicadas corresponden a sistemas con bandas de tensiones de: 110 a 120, 220 a 240, 440 a 480 y 550 a 600 voltios.

TABLA 430-149 — Motores bifásicos de corriente alterna (4 hilos)

corriente a plena carga en amperios

	Motor de inducción con rotor de jaula de ardilla y rotor bobinado amperios					† Motor síncrono de factor de potencia 1 amperios			
HP	115 V	230 V	460 V	575V	2.300 V	220 V	440 V	550 V	2.300 V
½	4	2	1	0,8					
¾	4,8	2,4	1,2	1,0					
1	6,4	3,2	1,6	1,3					
1½	9	4,5	2,3	1,8					
2	11,8	5,9	3	2,4					
3	—	8,3	4,2	3,3					
5	—	13,2	6,6	5,3					
7½	—	19	9	8					
10	—	24	12	10					
15	—	36	18	14					
20	—	47	23	19					
25	—	59	29	24		47	24	19	
30	—	69	35	28		56	29	23	
40	—	90	45	36		75	37	31	
50	—	113	56	45		94	47	38	
60	—	133	67	53	14	111	56	44	11
75	—	166	83	66	18	140	70	57	13
100	—	218	109	87	23	182	93	74	17
125	—	270	135	108	28	225	114	93	22
150	—	312	156	125	32	—	137	110	26
200	—	416	208	167	43	—	182	145	35

† Para factores de potencia del 90 y 80%, las cantidades anteriores deben multiplicarse, respectivamente, por 1,1 y 1,25.

INFORMACION: Código Eléctrico Nacional de los EE.UU.

TABLA III-6

TABLA 430-150 — Motores trifásicos de corriente alterna. Corriente a plena carga en amperios*

	Motor de inducción con rotor a jaula de ardilla y rotor bobinado amperios						Motor síncrono de factor de potencia 1** amperios					
HP	115 V	200 V	230 V	415 V	460 V	575 V	2.300 V	208 V	230 V	416 V	460 V	2.300 V
½	4	2,1	2	1,1	1	0,8						
¾	5,8	3,0	2,8	1,5	1,4	1,1						
1	7,2	4,0	3,5	2,0	1,8	1,4						
1½	10,4	5,8	5,2	2,9	2,6	2,1						
2	13,6	7,4	6,8	3,8	3,4	2,7						
3		10,0	9,0	5,0	4,5	3,6						
5		16,4	15,2	8,4	7,6	6,1						
7½		23,4	22	12,2	11	9						
10		30,0	28	15,5	14	11						
15		43	42	23	21	17						
20		59	54	30	27	22						
25		74	68	39	34	27		58	54	29	27	22
30		88	83	44	40	32		73	65	35	33	26
40		114	104	57	52	41		92	86	46	42	33
50		143	129	72	65	52		113	108	57	54	44
60		170	154	85	77	62	13	136	128	68	64	51
75		212	192	106	96	77	20	170	161	85	81	65
100		272	248	137	124	99	26	224	211	112	103	85
125		344	312	172	156	125	31	280	264	140	127	105
150		400	360	198	180	144	37	—	—	163	149	127
200		528	480	260	240	192	49	—	—	222	210	168

Para las corrientes a plena carga de motores de 200 voltios, incrementense la corriente a plena carga correspondiente al motor de 230 voltios en un 15%.

* Estos valores de corriente a plena carga se refieren a motores que funcionan a velocidades usuales, con transmisiones por correas y con características normales de par. Los motores construidos para velocidades especialmente bajas o para pares especialmente altos pueden requerir mayores corrientes en marcha y los motores de velocidades múltiples tendrán la corriente de plena carga que varía con la velocidad, en cuyos casos se empleará la corriente nominal de la placa de características.

** Para factores de potencia del 90 y del 80%, las cantidades anteriores deben multiplicarse por 1,1 y 1,25, respectivamente. Las tensiones indicadas son las tensiones nominales de los motores. Las corrientes indicadas corresponden a sistemas con bandas de tensiones de: 110 a 120, 200, 220 a 240, 416, 440 a 480 y 550 a 600 voltios.

INFORMACION: Código Eléctrico Nacional de los EE.UU.

TABLA III-7

TABLA 430-151 — Tabla de corriente de rotor bloqueado

Determinada a partir de la potencia y tensión nominales.
Para ser utilizada solamente con los arts. 430-110, 440-12 y 440-41.

Número máximo de HP nominales	Corriente máxima con rotor bloqueado amperios								
	Monofásico		Bifásico o trifásico						
	115 V	230 V	115 V	200 V	208 V	230 V	416 V	460 V	575 V
½	58,8	29,4	24	14	13,2	12	6,6	6	4,8
¾	82,8	41,4	33,6	19	17,6	16,8	9,3	8,4	6,6
1	93	46	42	24	23,8	21	11,9	10,8	8,4
1½	120	60	60	34	33	30	16,5	15	12
2	144	72	78	45	43,8	39	21,8	19,8	15,6
3	204	102	—	62	60	54	30	27	24
5	336	168	—	100	100	90	50	45	36
7½	480	240	—	152	146	122	73	66	54
10	600	300	—	208	186	192	93	84	66
15	—	—	—	270	268	240	133	120	96
20	—	—	—	360	344	312	172	156	126
25	—	—	—	440	424	384	212	192	156
30	—	—	—	508	516	468	258	234	186
40	—	—	—	712	688	624	344	312	246
50	—	—	—	852	820	760	415	378	300
60	—	—	—	1036	992	900	492	450	360
75	—	—	—	1276	1230	1110	615	558	444
100	—	—	—	1697	1640	1476	815	738	582
125	—	—	—	2139	2040	1860	1023	930	744
150	—	—	—	2431	2340	2100	1170	1050	834
200	—	—	—	3312	3160	2880	1560	1440	1152

INFORMACION: Código Eléctrico Nacional de los EE.UU.

TABLA III-8

TABLA 430-152 — Capacidad máxima o ajuste de los dispositivos de protección de los circuitos ramales de motores.

Tipo de motor	Porcentaje de la corriente a plena carga			
	Fusibles sin retardo de tiempo	Fusibles de dos elementos (con retardo de tiempo	Interruptores automáticos tipo instantáneo	Interruptores automáticos de tiempo inverso
Motores monofásicos de todos los tipos, sin letra de código	300	175	700	250
Todos los motores de C. A. monofásicos, polifásicos de jaula de ardilla y sincrónicos (†) de arranque directo, con resistencias o reactancias:				
Sin letra de código	300	175	700	250
Letra de código F a V	300	175	700	250
Letra de código B a E	250	175	700	200
Letra de código A	150	150	700	150
Todos los motores de C. A. de jaula de ardilla y sincrónicos con arranque por autotransformador: (†)				
No mayores de 30A, sin letra de código	250	175	700	200
Mayores de 30A, sin letra de código	200	175	700	200
Letra de código F a V	250	175	700	200
Letra de código B a E	200	175	700	200
Letra de código A	150	150	700	150
Motores de jaula de ardilla de alta reactancia:				
No mayores de 30A, sin letra de código	250	175	700	250
Mayores de 30A, sin letra de código	200	175	700	200
Motores de rotor bobinado, sin letra de código	150	150	700	150
Motores de C. C. (tensión constante):				
No mayores de 50HP, sin letra de código	150	150	250	150
Mayores de 50HP, sin letra de código	150	150	175	150

Para el significado de la identificación de las letras de código, véase la tabla 430-7 b).

Para ciertas excepciones a los valores especificados, véanse los artículos 430-52 hasta 430-54. Los valores dados en la última columna, comprenden también las capacidades de los tipos de interruptores automáticos en ajustables de tiempo inverso, los cuales pueden modificarse también como se indica en el art. 430-52.

(†) Los motores sincrónicos de bajo par y baja velocidad (generalmente 450 RPM o menos), como son los empleados para accionar compresores reciprocantes, bombas, etc., que arrancan en vacío, no requieren una capacidad de fusible o un ajuste del interruptor automático mayor que el 200% de la corriente a plena carga.

INFORMACION: Código Eléctrico Nacional de los EE.UU.

CAPITULO IV

MEMORIA, ESPECIFICACIONES, COMPUTO, PRESUPUESTO

CAPITULO IV

MEMORIA, ESPECIFICACIONES, COMPUTOS, PRESUPUESTO

Contenido:

4.1 Memoria Descriptiva

4.2 Cómputo y Lista de Materiales

4.3 Presupuesto

CAPITULO IV

MEMORIA, ESPECIFICACIONES, COMPUTOS, PRESUPUESTOS

En el proyecto y diseño de una instalación eléctrica deberá constar lo siguiente:

a) Planos eléctricos

b) Memoria descriptiva del proyecto

c) Especificaciones técnicas

d) Lista de materiales

e) Presupuesto

El requisito a) está cubierto en los capítulos anteriores y constituye la base para dar cumplimiento al resto de requisitos de un diseño completo de instalaciones eléctricas.

Antes de iniciar el desarrollo de este capítulo es necesario señalar que en los temas a tratarse a continuación, sólo se pretende indicar un procedimiento General para la elaboración de la memoria descriptiva, especificaciones técnicas, lista y cómputo de materiales, presupuesto, como complemento al Proyecto de Instalaciones Eléctricas; ya que cada Ingeniero tendrá su propio sistema.

Convendría tomar en cuenta estos puntos por lo menos, para que el Ingeniero que recién se inicia tome estos criterios elementales como una guía. La importancia de los puntos a tratarse a continuación es innegable pero los criterios a aplicarse y la forma de afrontarlos está en función directa de la experiencia del profesional que proyecta.

4.1 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

4.1.1 Generalidades

El objetivo principal de esta parte general de la memoria es, el identificar al edificio, dando a conocer los servicios que va a prestar, haciendo resaltar al mismo tiempo las áreas más importantes y dar una idea clara de que las instalaciones eléctricas han sido orientadas para dar un eficiente servicio de energía eléctrica en el presente y también para futuras ampliaciones.

Señalar las normas que se han seguido para el diseño, tales como las establecidas por el Código Eléctrico Ecuatoriano, Código Eléctrico Americano (NEC).

Al hacer referencia a la ejecución del proyecto hay que indicar que los materiales a utilizarse deben ser nuevos y acordes con las especificaciones que se indicarán en el presente capítulo.

4.1.2 Especificaciones Particulares

Determinan el tipo de tubería, cajas, conductores, interruptores y tomas, tableros, etc., a emplear en la instalación; la forma de empalmar las tuberías y conductores y las llegadas a las cajas; la separación de toda la instalación en un número determinado de circuitos; la adopción de secciones convenientes para los conductores, y diámetros necesarios para las tuberías.

Respecto a las tuberías se especifica el diámetro mínimo de las mismas, el tipo (pesado, semi-pesado, liviano) o el espesor de las paredes, el material y acabado que deben presentar, el peso por metro u otra unidad de longitud para cada medida. La unión de los tramos de tubería debe ser hecha mediante uniones, y la llegada a las cajas se asegurará con conectores o con tuerca y boquilla, según sea la especificación.

Para los conductores, se fija la sección mínima a emplear en el alimentador principal, en los ramales secundarios, en las bajantes a los interruptores y en las líneas para tomas de corriente. Además se especifica el aislante nominal mínimo que deben tener los conductores, el número y tipo de capas aislantes, las secciones para las cuales se debe emplear cables o alambres, etc. La unión de los conductores debe hacerse mediante retorcido y soldadura, cubriendo la unión con cinta aislante. Los

terminales de cables en el tablero, pueden llevar piezas soldadas, para asegurar su mejor contacto en los interruptores y fusibles. Se prohibe, además, el hacer empalmes de conductores dentro de las tuberías, debiendo ejecutar todas las uniones dentro de las cajas.

Para las cajas, rigen claúsulas similares a las referentes a tuberías, dando el espesor, medidas, acabado exterior, etc.

Los interruptores y tomas, deben ser de la clase, tipo y a veces marca, especificada particularmente en la lista de materiales. Se fija, además, la capacidad de interrupción, el color de las piezas, la altura a la que deben ser colocadas respecto al piso, entendiéndose que la distancia se debe tomar desde el centro de los receptáculos hasta el piso terminado.

4.1.3 Acometida

Es necesario indicar que la residencia, edificio, etc. será servida por la Empresa Eléctrica en el suministro de energía mediante la red de baja o alta tensión según los requerimientos. Especificar el nivel de voltaje al que será servido y la ubicación de la red, indicando si la alimentación es directa o por medio de cámara de transformación en el caso de servicio de alta tensión.

Es imprescindible indicar en este numeral la carga instalada del edificio y la demanda estimada.

4.1.4 Medición

Los edificios pueden prestar servicio a un solo usuario o a varios usuarios y por ende el servicio eléctrico también tiene que serlo en igual forma. Puede haber uno o varios medidores concentrados en un tablero general de medición, por lo que debemos indicar cuantos medidores se instalarán y en forma general indicar la manera cómo estarán distribuídos.

Hay que señalar que el tablero de medidores con su respectivo equipo de medición, protección y accesorios, casi en la totalidad de los casos es proporcionado e instalado por la Empresa Eléctrica.

4.1.5 Alimentadores a Sub-Tableros principales de Distribución

Se refiere, a los alimentadores que van desde el tablero general de medidores, a cada uno de los subtableros que tiene servicio independiente de energía por medio de medidores. Con cada interruptor termonagnético ubicado en el tablero de medidores, se ha previsto un alimentador.

Los alimentadores independientemente deben describirse indicando si son

monofásicos a dos o tres conductores, trifásicos a tres o cuatro conductores, el calibre de los conductores tanto de las fases como del neutro, el diámetro de la tubería, la longitud del alimentador, la caída de tensión.

Debe especificarse a qué sub-tablero alimenta y a qué área del edificio pertenece dicho sub-tablero.

4.1.6 Sub-tableros de Distribución principales y secundarios

Con cada alimentador, se prevé un tablero de distribución, en armario metálico, generalmente para empotrar en la pared, con barras de cobre y protecciones termomagnéticas para los circuitos derivados.

Es conveniente indicar las características de cada uno de los sub-tableros, en lo referente a capacidad de barras, incluyendo dimensiones de éstas, número y tipo de interruptores termomagnéticos; indicar los circuitos que serán alimentados, el área a la cual sirve el sub-tablero.

4.1.7 Alimentadores a Sub-Tableros secundarios de Distribución

Se refiere a los alimentadores que van desde los tableros principales de distribución a los tableros secundarios y que se caracterizan por no tener servicio de energía independiente, es decir no son alimentados di-

rectamente por el tablero de medición.

A estos alimentadores hay que especificarlos indicando el tipo de circuito, el calibre de los conductores, el diámetro de la tubería y el sub-tablero secundario al cual alimentan.

4.1.8 Circuitos de Alumbrado

Al referirse a los circuitos de alumbrado, debe indicarse el criterio general que se ha utilizado para el diseño de estos circuitos.

Es importante referirse a los niveles de iluminación esperados, al tipo y número de lámparas que van en cada luminaria, así como la potencia que se ha considerado para cada una de ellas. Como el tipo y número de lámparas en la mayoría de los casos no es el mismo para todos los locales, debe indicarse el local, su ubicación y la función que desempeña.

Muchos de los ambientes de un edificio requieren de arreglos especiales de alumbrado, por lo que se hace imprescindible que en la memoria se describa con detalle el sistema a utilizarse, dando instrucciones específicas de la potencia, tipo de luminaria, etc.

Lo ideal sería de que todo lo diseñado o planificado en el proyecto de

instalaciones eléctricas, se ponga en práctica en la etapa de construcción, pero desgraciadamente ésto no es posible por muchas circunstancias tales como: económicas, arquitectónicas, criterios del propietario, etc. Para prever problemas por los cambios de criterio de última hora, debe señalarse, que el tipo de lámpara luminaria o número de éstas pueden ser cambiadas a priori, siempre y cuando la potencia por salida no sobrepase a un valor especificado, por ejemplo a 100 wats.

Finalmente se debe señalar el voltaje de trabajo 120 v., 220 v., etc., tipos de circuitos, conductores a ser utilizados, calibre mínimo, tipo, condiciones de trabajo, etc.

4.1.9 Control de Luces

En este numeral debe indicarse el sitio desde donde se controlarán las luces y el dispositivo con el que se operará, interruptor simple, doble, triple, conmutador, tablero de control de luces, control a distancias, etc.

La ubicación de los controles se indican en los planos, sin embargo en muchos de los casos es necesario indicar nuevamente la ubicación del control de luces en la memoria. Esto se lo hace cuando se controla luces de áreas bastante grandes y que necesitan de tableros de control de caracte-

rísticas especiales.

Para el control de luces de escaleras, debe especificarse el sistema empleado y los sitios desde donde se operarán los dispositivos de control.

4.1.10 Circuitos de Tomas de Corriente

De igual forma que para los circuitos de alumbrado en los circuitos de tomas debe indicarse el criterio utilizado para la distribución de estos receptáculos.

En el caso de que se haya diseñado circuitos que tengan algo de particular, deben especificarse claramente para no tener problemas futuros.

Hay que señalar el voltaje de trabajo de los tomas, así como los límites de potencia por salida, el conductor mínimo que se ha utilizado para los circuitos de toma, etc.

4.1.11 Circuitos para Salidas especiales de Fuerza

En este numeral deben ser todos los artefactos y equipos que requieren circuito especial independiente. Para cada uno de los equipos debe especificarse la potencia, factor de potencia, voltaje de operación, ubicación de la salida, etc.

Indicar, el tipo de circuito para cada salida (monofásico, trifásico, etc.). Es recomendable establecer de que tablero se alimentan las salidas. En caso de que se haya previsto instalaciones especiales para el futuro, indicar en que tablero se ha dejado la reserva para dichas salidas y qué potencia está sañalada para este propósito.

Para completar lo referente a salidas especiales, se puede incluir un resumen de todos los artefactos y equipos a instalarse, en el que se indique los calibres de los conductores, el tipo de circuito, voltaje y protecciones.

Muy difícil es indicar en pocas palabras todo lo que debe incluirse en una memoria, ya que todo depende de la magnitud del proyecto y de la complejidad del mismo; sin embargo considero que estos criterios generales que se han indicado anteriormente, son suficientes para tomar como base y redactar la memoria.

4.2 COMPUTO DE MATERIALES

4.2.1 Generalidades

Terminado el proyecto completo de la instalación con los planos de las diferentes plantas, cortes, (incluyendo diagrama de alimentadores) esquemas de tableros principales, seccionales y de distribución, y calculados los

diámetros necesarios de tubería y secciones de conductores, puede procederse a efectuar el cómputo de materiales a fin de establecer la cantidad necesaria de éstos.

Para hacer el cómputo de tuberías y conductores, resulta muy cómodo trabajar con planos es escala 1:100 o 1:50 (ventajosamente son las escalas más utilizadas).

Para que el cómputo de materiales resulte más fácil, es importante el establecer un orden a seguir, que puede ser el siguiente:

- Medición de tuberías, tramos horizontales
- Medición de tuberías, bajantes
- Contabilizar número de uniones para tuberías
- Contabilizar número de codos necesarios
- Contabilizar número de conectores
- Conductores
- Contabilizar cajas de los diferentes tipos (rectangulares, octogonales, cuadradas, etc.)
- Contabilizar los dispositivos, tales como interruptores, tomas de corriente, etc.
- Contabilizar dispositivos especiales
- Tableros, incluyendo armarios e interruptores automáticos

- Otros materiales y accesorios varios

4.2.2 Tuberías

Para determinar la tubería necesaria, se procede a medir los distintos tramos horizontales y luego las bajantes de tuberías con dirección a dispositivos y alimentaciones verticales. Estos cómputos deben hacerse considerando el diámetro de la tubería y características del mismo, teniendo además que contabilizar por separado las tuberías que pertenecen a circuitos de alumbrado, tomas de corriente, alimentadores verticales y horizontales, salidas especiales de fuerza.

Aunque el trabajo es bastante meticuloso y aburrido, es prudente el hacer los cómputos de estos materiales por áreas (esto nos va a servir mucho cuando pasemos a analizar la elaboración del presupuesto).

En la tabla IV-1 se indica una de las múltiples maneras de tabular los cómputos de tuberías.

Para obtener la cantidad estimada en número de tubos,se agrega a la cantidad computada en metros un 3% a 5%, según la minuciosidad con que se quiera obtener el total y luego se divide para 3 (3 metros de longitud tiene cada tubo) y obtenemos el número de tubos necesarios, en el caso de

que al dividir no resulte un número entero, debe redondearse la cantidad a la inmediata superior.

TABLA IV-1

COMPUTO DE MATERIALES

"TUBERIAS"

Local:.... Circuito....

RUBRO	DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	
			Computada (metros)	Estimada (tubos-3m)
Tubería	1/2"			
	3/4"			
	1"			
	1 1/2"			
	1 1/2"			

4.2.3 Uniones

Luego de obtenido el número de tubos requeridos y clasificados por diámetros, contabilizamos el número de uniones, para esto tomamos en cuenta que por cada tubo de un determinado diámetro, requeriremos una unión de iguales dimensiones.

La Tabla IV-2 indica la forma de tabular estos valores.

TABLA IV-2

COMPUTO MATERIALES

"UNIONES"

Local..... Circuito.....

RUBRO	DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	
			Computada	Estimada
Uniones	1/2" ..... 3/4' ..... 1" ..... 1 1/4"			

4.2.4 Codos

En las tuberías de diámetro superiores a 1", es muy difícil utilizar dobladoras para dar la curvatura requerida a un tubo, razón por la cual se utilizan "codos" cuyo diámetro está en correspondencia con el de los tubos.

La Tabla IV-3 indica la forma de tabular estos materiales.

4.2.5 Conectores

Las tuberías deben sujetarse a las cajas, por medio de conectores, los mismos que deben ser clasificados de acuerdo al diámetro. Para determinar el número de conectores contabilizamos el número de tramos de tubería de un mismo diámetro (consideramos como tramo de tubería aquel que está entre dos cajas) y el valor obtenido multiplicamos por dos y obtenemos el número de conectores requeridos.

La Tabla IV-4 nos indica la forma de tabular estos materiales.

4.2.6 Conductores

Para determinar la cantidad en metros de conductores, tomamos como base las longitudes obtenidas al medir la tubería. Para tener un cálculo bas-

tante aproximado, es importante tomar en cuenta el número de conductores que van en cada tubo, así como el calibre de cada conductor.

TABLA IV-3

COMPUTO DE MATERIALES

"CODOS'

Local..... Circuito.....

RUBRO	DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	
			Computada	Estimada
Codos	1 1/2"			
	1 3/4"			
	2"			

TABLA IV-4

COMPUTO DE MATERIALES

"CONECTORES"

Local..... Circuito.....

RUBRO	DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	
			Computada	Estimada
Conectores	1/2" ..... 3/4" ..... 1" ..... 1 1/4"			

Se debe clasificar, en orden descendente, a los conductores, empezando por el número 14 AWG (salvo el caso que existan conductores de menor calibre). A las cantidades obtenidas, se les añade de un 5% a 10% con lo que se tendrá en cuenta los despuntes y conductor para conexiones.

La Tabla IV-5 nos indica la forma de tabular estos materiales.

TABLA IV-5

COMPUTO DE MATERIALES

"CONDUCTORES"

Local .....
Circuito .....

RUBRO	DESCRIPCION	TIPO			CANTIDAD	
		CU	AL	TW, THW	Computada	Estimada
Conductores	# 14 AWG...	x				
	# 12 AWG...		x			

4.2.7 Cajas

Se agruparán por tipos: cuadradas, octogonales, rectangulares, etc., etc., tomando en cuenta las dimensiones de las cajas correspondientes.

En caso de que sean necesarias tapas, también tienen que ser contabilizadas.

En la Tabla IV-6 se indica la forma de tabular estos materiales.

TABLA IV-6

COMPUTO MATERIALES

"CAJAS"

Local.....

Circuito.....

RUBRO	DESCRIPCION	TIPO	CANTIDADES		TAPA	
			Computada	Estimada	SI	NO
Cajas	*Octogonales				x	
	Rectangulares					x
	Cuadrada					

* Indicar dimensiones

4.2.8 Interruptores, tomas de corriente, etc.

De igual forma que los materiales anteriores, deben contabilizarse el número de receptáculos a ser instalados, identificándolos por separado a cada uno de ellos.

En la Tabla IV-7 se indica la forma de tabular estos materiales.

TABLA IV-7

COMPUTO MATERIALES

"RECEPTACULOS"

Local.....

Circuito.....

RUBRO	DESCRIPCION	TIPO	CANTIDADES		ESPEC.	
			Computada	Estimada	SI	NO
Receptáculos	Tomas de corriente Interruptores Conmutadores Toma Interruptores etc.					

4.2.9 Dispositivos Especiales

Debe contabilizarse por separado todos aquellos receptáculos que tienen características especiales, y que no pueden ser incluídos en ninguno de los rubros anteriores.

En la Tabla IV-8 se indica la forma de tabular estos materiales.

TABLA IV-8

COMPUTO MATERIALES

"DISPOSITIVOS ESPECIALES"

Local.....

Circuito.....

RUBRO	DESCRIPCION	CANTIDAD	OBSERVACIONES

4.2.10 Tableros

Para los tableros de control de luces, de distribución y sub-distribución, se agrupan los armarios de acuerdo al tipo utilizado, incluyendo en este rubro a los interruptores termomagnéticos clasificándolos por su capacidad y número de polos.

En la Tabla IV-9 se indica la forma de tabular estos materiales.

TABLA IV-9

COMPUTO MATERIALES

"TABLEROS Y PROTECCIONES"

RUBRO	DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	Interruptores A.			Fusibles
				1 Ø	2 Ø	3 Ø	
Tableros							
Interruptores							
Fusibles							

4.2.11 Otros Materiales y Accesorios Varios

Entre ellos podemos ubicar la cinta aislante, que a pesar de que la cifra de cantidad necesaria es muy elástica puede estimarse en cifras redondas, un metro por cada salida de instalación.

El alambre galvanizado, que sirve como guía para pasar los conductores se calcula multiplicando la cantidad estimada de tubos por tres, más 5%.

Hay una serie de materiales más tales como tacos de madera, clavos, tornillos, material para soldar las uniones, etc. que no vale la pena cuantificar, pero que son tomados en cuenta asignándoles un determinado valor al conjunto de éstos.

Terminado el cómputo de materiales, se dispone de la lista completa y de las cantidades necesarias de cada artículo. El paso siguiente consiste en confeccionar una planilla en la que consten las cantidades antes computadas conjuntamente con la especificación del material a utilizarse: en esta especificación debe anotarse detalladamente las características de cada material de tal manera que sean fácilmente identificados en el mercado. Para completar esta planilla, debe incluírse los precios estimativos (en lo posible reales) de los materiales tanto unitarios como totales.

LISTA DE MATERIALES (P. PRESUPUESTO)

RENGLON	CANTIDAD	DESCRIPCION	Precio Unitario	Precio Total

Esta planilla debe ser confeccionada de acuerdo a la forma como va a ser presentado el presupuesto, es decir si se va a preparar presupuestos por cada área y por tipo de circuitos concluyendo con un presupuesto global o si únicamente se va a realizar el presupuesto general.

4.3 PRESUPUESTO

4.3.1 Apreciación de la Mano de Obra

Hay tres formas de apreciar la mano de obra, y cualquiera de ellas se utiliza en la práctica.

- Fijar precio global de la mano de obra por cada salida a instalarse, entendiéndose que la salida comprende la caja, tuberías y conductores con sus correspondientes interruptores o tomas.
- Estimar el costo de electricistas, considerando el personal especializado y no especializado para la instalación.
- Fijar costos unitarios por la colocación de tuberías, conductores, accesorios, etc.

No se puede atribuir mayor perfección o exactitud a uno u otro de los métodos, puesto que ambas cualidades dependen no del método, sino de la habilidad del ingeniero o de la exactitud de los precios básicos, fijados en la forma que corresponda.

4.3.1.1 Costo por Salida:

Datos estadísticos sobre una serie de instalaciones efectuadas, permiten apreciar cuál ha resultado el costo de mano de obra por cada salida ins-

talada.

Para fijar el precio unitario por salida, hay que establecer categorías de instalaciones. Ello es debido a que el manipuleo y colocación del material tipo pesado, necesita mayor tiempo y personal más competente, que para el material tipo liviano.

De todas las formas de apreciar la mano de obra, probablemente sea ésta la menos precisa, pero es, sin duda, la más usada para instalaciones pequeñas, puesto que se puede apoyar el criterio en la experiencia, y corregir las diferencias que eventualmente aparecieren.

4.3.1.2 Cantidad de Trabajo:

Este sistema consiste en apreciar, qué cantidad de trabajo por hora puede desarrollar un electricista clase A, B, C, etc. en los diversos tipos de tareas que se presentan en una instalación. Así, se calcula que cantidad de metros de tubo puede colocar por hora, incluyendo roscado, canaleta en la pared, fijación al encofrado del hormigón, etc. Para los conductores, la cantidad a colocar por hora comprende el paso del alambre galvanizado, la colocación de los conductores propiamente dichos, la ejecución de los empalmes con la respectiva soldadura y encintado. Para las cajas, la cantidad colocada incluye los trabajos de fijación al muro

o al encofrado de hormigón, etc. y así para los demás materiales.

En la misma forma que para el cálculo de mano de obra por salida, se deben separar dos o tres categorías de instalaciones, de acuerdo a la complejidad y requisitos de ésta.

Para tuberías y conductores, la cantidad por hora es medida lineal; para cajas, interruptores y tomas, es un número; para tableros, puede estimarse la cantidad de circuitos que pueden conectarse por hora, comprendiendo el térmico, las conexiones de los conductores, y la fijación del tablero a la caja.

De acuerdo a valores obtenidos en la práctica tenemos que tener tabulado valores estandares que nos sirvan como referencia.

Material a Instalarse	Categorías de Instalación			Unidades/ hora
	A	B	C	

4.3.1.3 Costo Unitario:

Esta forma de apreciar, a priori la mano de obra, es la más común en instalaciones de importancia, pues permite acercarse más a la realidad. Con-

siste en estimar el costo de la mano de obra por unidad de elemento a instalar, como son: 1 metro de tubería, de conductor, una caja, interruptor, toma, tablero, etc.

4.3.2 Costo Total de la Instalación

Para calcular el costo total de la instalación, hay que tener en cuenta además de los materiales y la mano de obra, la dirección de obra, el financiamiento del capital a invertir y las circunstancias imprevistas que pueden dificultar la marcha normal de los trabajos, además de los gastos fijos a realizar.

Cada uno de estos factores incide en forma distinta sobre el presupuesto global, puesto que mientras los tres primeros renglones se fijan como un cierto procentaje sobre el costo neto, el último rubro es constante para cualquier instalación, no dependiendo del número de salidas o de la cantidad de materiales.

Una forma muy común de presentar los presupuestos es indicando el costo unitario y total de cada una de las salidas (alumbrado, tomas, salidas especiales, tableros, etc.) para facilitar el resumen de costos por salida; puede utilizarse un formato igual al siguiente:

PRESUPUESTO

INSTALACIONES ELECTRICAS

Edificio..... Area .....

Fecha .....

RENGLON	CANTIDAD	DESCRIPCION	Precio Unitario	Precio Total
1	---	Salidas de	---	---
2				
3				
etc.				

BIBLIOGRAFIA

Albert F. Spitta. Instalaciones Eléctricas, España, 1975, Editorial Dossat, S.A.

Enzo Coppi. Instalaciones Eléctricas de Iluminación y de Fuerza motriz, España, 1969, Editorial Científico-Médica.

H.P. Richter. Manual Práctico de Instalaciones Eléctricas, España, 1973, Compañía Editorial Continental S.A. (C.E.C.S.A.)

Francisco L. Singer. Tratado de Instalaciones Eléctricas, Buenos Aires, 1975, Editorial Hispano-Americana S.A. (HASA).

Marcelo A. Sobrevila. Instalaciones Eléctricas, Argentina, 1975, Ediciones Marymar.

Porfirio Martínez Robles. Manual de Interruptores Automáticos, España, 1969, Editado por Paraninfo.

Francisco Labastida, Rafael Serra, Vicente Sifre, "Alumbrado", España, 1970, Editorial Blume.

A.E. Knowlton. Manual Standard del Ingeniero Electricista. España 1967. Editorial Labor S.A.

Siegfried Scherer F. Manual para el Diseño de Instalaciones Eléctricas, Caracas, 1974, Editado por C.A. La Electricidad de Caracas y C.A. Luz Eléctrica de Venezuela.

NEC. Código Eléctrico de los Estados Unidos, 1975.