

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NORMAS Y CRITERIOS PARA DISEÑO DE SISTEMAS
ELÉCTRICOS DE SUPERMERCADOS EN GUATEMALA
Y SU ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

POR

**PEDRO ANTONIO SALGUERO MEDRANO
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA**

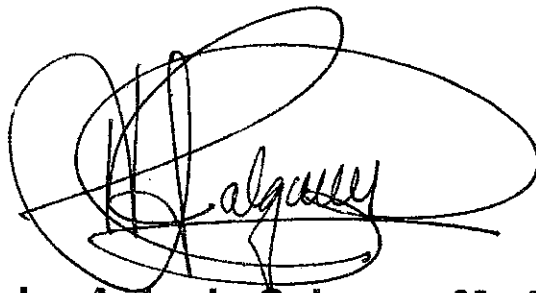
GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1,999.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

NORMAS Y CRITERIOS PARA DISEÑO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE SUPERMERCADOS EN GUATEMALA Y SU ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO

tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica eléctrica, con fecha 24 de abril de 1,995, bajo referencia No. EIME.142.95.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Pedro Salguero', enclosed within a large, stylized circular scribble.

Pedro Antonio Salguero Medrano.

Guatemala, 21 de Junio de 1999.

Ing. José Luis Herrera Gálvez.
Coordinador de Area de Electrotecnia.
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.
Facultad de Ingeniería, USAC.

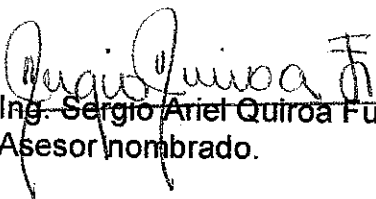
Señor coordinador.

Atentamente me dirijo a usted informándole que he llevado a feliz término la asesoría del trabajo de tesis titulado: **NORMAS Y CRITERIOS PARA DISEÑO DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE SUPERMERCADOS EN GUATEMALA Y SU ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO**, elaborado por el estudiante Pedro Antonio Salguero Medrano.

El trabajo realizado permitió obtener importante información referente aplicación de normas y criterios acertadamente, para la aplicación a supermercados. Esto permite la extensión a diferentes áreas comerciales de Guatemala.

Por lo expuesto anteriormente, expreso mi aprobación al trabajo mencionado y asumo la responsabilidad juntamente con el estudiante del contenido en el presente documento.

Respetuosamente:


Ing. Sergio Ariel Quiroa Fuentes.
Asesor nombrado.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 20 de septiembre de 1,999

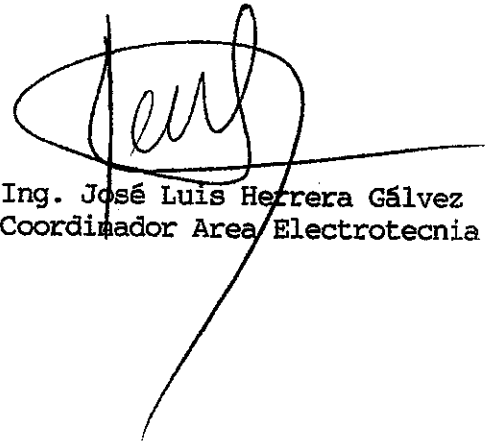
Señor Director
Ing. Roberto Urdiales Contreras
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director.

Me permito dar aprobación al trabajo de tesis titulado: Normas y criterios para diseño de sistemas eléctricos de supermercados en Guatemala y su estudio técnico y económico, desarrollado por el señor Pedro Antonio Salguero Medrano, por considerar que cumple con los requisitos establecidos para tal final.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. José Luis Herrera Gálvez
Coordinador Area Electrotecnia

JLHG/sdem.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Area, al trabajo de tesis del estudiante Pedro Antonio Salguero Medrano, titulado: Normas y criterios para diseño de sistemas eléctricos de supermercados en Guatemala y su estudio técnico y económico, procede a la autorización del mismo.

Ing. Roberto Urdiales Contreras
Director

Guatemala, 21 de septiembre de 1,999.



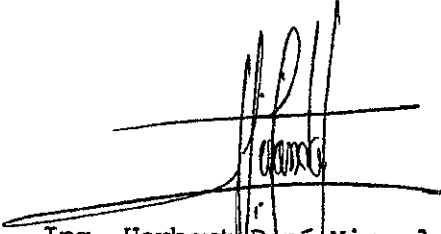
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

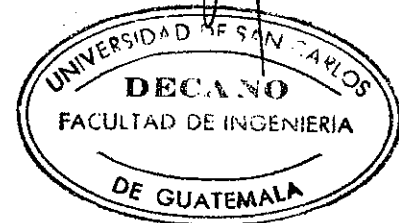


FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de tesis: Normas y criterios para diseño de sistemas eléctricos de supermercados en Guatemala y su estudio técnico y económico, del estudiante Pedro Antonio Salguero Medrano, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Herbert René Miranda Barrios
Decano



Guatemala, noviembre de 1999

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios: Por fortalecer mi vida en todo momento y haberme dado a su hijo Jesucristo como amigo, señor y salvador.

Mis padres: PEDRO ANTONIO SALGUERO.
GRÉGORIA MEDRANO DE SALGUERO.
A quienes respeto y admiro por ser fuentes de mis principios, por cuyos sacrificios veo culminada mi carrera universitaria.

Mi esposa: ANNE FRANCIS SALGUERO DE SALGUERO.
Ser muy amado quien comparte su vida conmigo y me ha apoyado en toda situación y en todo momento.

Mis hijas: CLAUDETT ELEANA SALGUERO SALGUERO.
FRANCIS ELISA SALGUERO SALGUERO.
Con todo mi amor.

Mis hermanos: BLANCA MÉLIDA, ALVARO HUGO, MARTA LILIA Y LUIS ALBERTO
A quienes amo.

Mis amigos: especialmente a:
JOSÉ ÁNGEL LÓPEZ CARDONA.
SAÚL CABEZAS DURÁN.

AGRADECIMIENTO

A:

Mi patria Guatemala.

La Universidad de San Carlos de Guatemala, especialmente a la Facultad de Ingeniería.

A la Organización Paiz por permitirme realizar la presente investigación.

A las personas que colaboraron en la elaboración de este trabajo de tesis, especialmente al Ingeniero Sergio Ariel Quiroa Fuentes.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VIII
INTRODUCCIÓN	XII
1. DISPOSICIONES GENERALES PARA SUPERMERCADOS	1
1.1 Localización del supermercado	1
1.2 Descripción de los trabajos	2
1.3 Plazo para la ejecución de los trabajos	2
1.4 Presentación de la oferta	3
1.5 Adjudicación y firma del contrato	4
1.6 Fianzas	4
1.6.1 Fianza de anticipo	5
1.6.2 Fianza de cumplimiento de contrato	5
1.6.3 Fianza de garantía	5
1.7 Representante del contratista y supervisión	6
1.8 Personal, equipo y materiales	6
1.9 Bodega y seguridad	7
1.10. Trabajos extras y adicionales	7
1.11 Sanciones por demora en la entrega de los trabajos	7
1.12 Incumplimiento y rescisión del contrato	8
1.13 Finiquito	8
1.14 Planos finales	9
1.15 Normas y códigos	10
1.16 Ejecución de los trabajos	10
1.17 Materiales	11
1.17.1 Conductores	12
1.17.2 Empalmes y conexiones	13
1.18 Identificación y codificación de conductores	13
1.18.1 Alimentadores	14
1.19 Cableado y alambrado en ductería	14
1.20. Tuberías y accesorios	14
1.20.1 Cajas de salida	16

1.20.2	Altura de montaje de salidas	16
1.21	Red de tierras	17
1.22	Tomacorrientes normales	17
1.23	Tomacorrientes regulados	18
1.24	Sistema telefónico	18
1.25	Sistema de sonido	19
1.26	Sistema de radio y seguridad	19
2.	NORMAS, RECOMENDACIONES Y CRITERIOS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN SUPERMERCADOS	21
2.1	Área de tienda	24
2.2.1	Área de autoservicios	28
2.2	Área de oficinas	29
2.3	Centro de cómputo	30
2.4	Área de cafetería	30
2.5	Bodegas	31
2.6	Área de cajas	31
2.7	Área de servicios	31
2.7.1	Área de panadería	33
2.7.2	Área de embutidos	38
2.7.3	Área de carnicería	41
2.8	Área de equipo eléctrico	44
2.8.1	Cuarto de transformadores	45
2.8.2	Cuarto de tableros	45
2.8.3	Cuarto de planta eléctrica y transferencia	48
2.8.4	Cuarto de bombas de agua	51
2.8.5	Área de equipo de refrigeración y aire acondicionado	52
2.9	Área de descarga, parqueo y parada de buses	55
3.	ESTUDIO TÉCNICO Y NORMALIZADO DE SISTEMAS INSTALADOS EN SUPERMERCADOS	58
3.1	Sistema eléctrico	58
3.1.1	Diseño de elementos del sistema	60
3.1.1.1	Selección de conductores por capacidad de corriente.	60
3.1.1.2	Selección de conductores por caída de tensión.	
3.1.1.3	Selección de conductores por corto circuito	63
3.1.1.4	Selección de conductores por fluctuación de	

	voltaje	64
	3.1.1.5 Diseño de canalización de los conductores	65
3.1.2	Sistema eléctrico para computación	69
3.1.3	Sistema de emergencia	69
3.1.4	Ubicación de tableros	70
3.1.5	Diagramas unifilares comunes	71
3.1.6	Estudio de pérdidas	76
	3.1.6.1 Pérdidas en lámparas	76
	3.1.6.2 Pérdidas en transformadores	76
	3.1.6.3 Pérdidas en conductores	76
3.1.7	Estudio de fallas	77
3.2	Otros sistemas	80
	3.2.1 Sistema de sonido	80
	3.2.2 Sistema de señal de cómputo	82
	3.2.3 Sistema telefónico	82
	3.2.4 Sistema de radio y seguridad	83
	3.2.5 Sistema de refrigeración	86
4.	MEDICIONES DE POTENCIA, CORRIENTES Y DEMANDA EN SUPERMERCADOS EXISTENTES	89
4.1	Mediciones de potencia y corrientes	90
4.2	Cálculo de acometidas utilizando las mediciones realizadas a los tableros	90
	4.2.1 Cálculo de la acometida para el tablero principal de la tienda	91
	4.2.2 Cálculo de la subacometida para el tablero general de la tienda	95
	4.2.3 Cálculo de la subacometida para el tablero de refrigeración uno	98
	4.2.4 Cálculo de subacometida para el tablero de refrigeración dos	101
	4.2.5 Cálculo de la subacometida para el tablero de la panadería	104
	4.2.6 Cálculo de la subacometida para el tablero de oficinas	107
4.3	Selección de la capacidad del transformador usando las mediciones	115
4.4	Factores de carga/m ² para seleccionar la capacidad del transformador en supermercados sin aire acondicionado	116
4.5	Factores de demanda de carga/m ² para supermercados sin aire acondicionado	118

4.6	Factores de carga/m ² para aire acondicionado en supermercados	120
4.7	Demanda de energía en supermercados	122
4.7.1	Demanda de energía por iluminación usando las mediciones	123
4.7.2	Demanda de energía por refrigeración usando las mediciones	124
5.	COSTOS DEL SISTEMA	127
5.1	Costo inicial del sistema	127
5.1.1	Costo de instalación en tienda	128
5.1.2	Costo de equipo	129
5.1.3	Costo por lámparas	130
5.2	Costo por consumo de energía	130
5.3	Costos de mantenimiento	132
5.4	Costos del sistema eléctrico de un supermercado	133
	CONCLUSIONES	146
	RECOMENDACIONES	148
	BIBLIOGRAFÍA	156

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

No.	Título	Pág.
1.	Matamoscas	34
2.	Tomacorriente forma intemperie	34
3.	Tomacorriente trifásico	34
4.	Horno y fermentador	35
5.	Campana para extracción de aire	35
6.	Extractor de olores	35
7.	Molino o amasadora	36
8.	La laminadora	36
9.	Rebanadoras de embutidos	40
10.	Rebanadoras, tomas tipo intemperie y mesa de trabajo	40
11.	Molino de carne	42
12.	Evaporador	42
13.	Sierra eléctrica	42
14.	Medición con demandómetro y caja tipo III	47
15.	Tableros principales	47
16.	Planta eléctrica	50
17.	Transferencia automática de 800 amperios	50
18.	Manómetro y las válvulas de gas refrigerante	57
19.	El sistema de compresores en paralelo	57
20.	Los ventiladores	57
21.	Calentadores del refrigerante	57
22.	Diagrama unifilar	75
23.	Antena de radio y pararrayos piezoeléctrico	85

TABLAS

No.	Título	Pág.
I.	Equipo y cargas eléctricas en áreas de autoservicios de supermercados	29
II.	Cargas comunes en área de panadería en un supermercado.	37
III.	Cargas comunes en el área de embutidos	39
IV.	Tablero de distribución de carnicería uno	43
V.	Tablero de distribución de carnicería dos	44
VI.	Factores de ajuste de capacidad de corriente.	67
VII.	Volumen requerido por conductor	68
VIII.	Equipo de compresores 1	87
IX.	Equipo de compresores 2	88
X.	Lectura en el tablero principal de tienda	94
XI.	Lectura en tablero general de tienda	97
XII.	Lectura en tablero de refrigeración 1	100
XIII.	Lectura en el tablero de refrigeración 2	102
XIV.	Medición en el tablero de panadería	106
XV.	Medición en el tablero general de oficinas	110
XVI.	Medición en el tablero general de embutidos	112
XVII.	Medición en el tablero de carnicería	113
XVIII.	Medición en el tablero regulado	114
XIX.	Áreas de supermercados	115
XX.	Factores de carga en wats/m ² para calcular el transformador	118
XXI.	Factores de carga en wats/m ² para supermercados sin aire acondicionado	119
XXII.	Potencia de motores de equipo de refrigeración de supermercados	126
XXIII.	Presupuesto de instalaciones eléctricas de área de venta	134
XXIV.	Presupuesto de instalaciones eléctricas de oficinas	135
XXV.	Presupuesto de instalaciones eléctricas del área de servicios y bodega	136
XXVI.	Presupuesto de instalaciones eléctricas del cuarto eléctrico y aire acondicionado	137
XXVII.	Resumen del presupuesto de instalaciones eléctricas 1	138
XXVIII.	Resumen del presupuesto de instalaciones eléctricas 2	139
XXIX.	Resumen del presupuesto de instalaciones eléctricas 3	140
XXX.	Resumen del presupuesto de instalaciones eléctricas 4	141

XXXI. Resumen del presupuesto de instalaciones eléctricas 5	142
XXXII. Resumen del presupuesto de instalaciones eléctricas 6	143
XXXIII. Resumen de costos en Q/m ² de hipermercados con aire acondicionado	144
XXXIV. Resumen de costos en Q/m ² de hipermercados sin aire acondicionado	145

GLOSARIO

Accesible	Capaz de ser alcanzado rápidamente para su operación, reposición o inspección, sin estar confinado por puertas con llave, elevaciones u otros medios, y que para aproximarse a él, no sea necesario quitar obstáculos o recurrir a subirse a escaleras, sillas, etc.
Capacidad interruptiva	Se le llama así a la corriente máxima de corto circuito que un equipo puede soportar, sin que dañen sus componentes.
Carga instalada	Es la suma de la capacidad nominal de todo el equipo eléctrico, que se conectará a la acometida de la empresa distribuidora de la energía eléctrica.
Consumo	Cantidad de energía utilizada durante un tiempo determinado.
Contador	Aparato que se usa para medir la energía eléctrica utilizada por el usuario.
Corriente nominal	Valor máximo de corriente para el cual un equipo fue diseñado para funcionar en condiciones normales, sin que se dañen sus componentes.
Demanda	Potencia eléctrica que un usuario toma en un momento preciso.
Demanda máxima	Es la mayor cantidad de potencia que el usuario ha tomado durante un tiempo específico.

Ducto eléctrico	Se refiere al espacio físico en el cual se instalan los equipos eléctricos. Generalmente, en un edificio, comienza en el sótano y se extiende hasta la azotea.
Energía eléctrica	Es la capacidad de realizar un trabajo. Se mide en kw-hora.
Energía no medida	Energía que no ha sido registrada por ningún aparato de medición, que generalmente instala la compañía de electricidad.
Factor de carga	Es la relación entre el promedio de potencia para un cierto periodo estipulado de tiempo, que puede ser un día, un mes o un año, a la máxima potencia demandada para un corto intervalo de tiempo, durante el mismo periodo.
Factor de demanda	Es la relación de la máxima potencia demandada al total de la carga conectada.
Factor de diversidad	Es la razón de la suma de las demandas individuales de los componentes de un sistema a la demanda máxima del sistema. Este factor es menor que la unidad.

Factor de pérdidas	Es la razón del promedio de las pérdidas de potencia para un cierto período de tiempo estipulado, el cual puede ser un día, un mes o un año, a la máxima pérdida correspondiente a la carga pico, para un corto período de tiempo, durante el mismo período de tiempo. Este factor indica el grado al cual se mantiene la pérdida dentro del sistema de distribución.
Kilovatio-hora	Unidad práctica, que equivale al consumo de energía eléctrica durante una hora.
Neutro al 100%	Término usado para indicar que el conductor del neutro tiene la misma sección que los conductores de las fases. Un neutro al 200% tiene una sección doble.
Norma	Regla que define un conjunto de pasos que se deben seguir para realizar determinada operación.
Potencia eléctrica	Trabajo que es posible realizar con la energía eléctrica en la unidad de tiempo. Se mide en Kw.
Rigidez dieléctrica	Se define como el gradiente de potencial máximo que un material puede resistir sin romperse.
Servicio	Disponibilidad que tiene la E.E.G.S.A. de energía y potencia eléctrica suficientes y adecuadas en el punto de entrega solicitado para su utilización por el consumidor.

Sistema de distribución	Conjunto de materiales conductores y no conductores usados para la correcta y eficiente distribución de la energía eléctrica, desde la fuente de alimentación hasta los consumidores.
Vatio	Unidad de potencia eléctrica.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, debido al gran crecimiento en los proyectos comerciales, se hace necesario un estudio técnico de los sistemas eléctricos de supermercados.

En el presente trabajo se ha realizado una investigación, con el objeto de determinar los criterios más importantes para desarrollar el diseño de un supermercado. El enfoque que se pretende dar es bastante amplio, sin perder su profundidad, con el fin de determinar las bases sólidas para diseñar eficientemente este tipo de instalaciones.

En el capítulo uno, se estudian disposiciones generales, tales como la localización del supermercado, contratación; tipos de materiales como conductores, ductos y accesorios.

En el capítulo dos, se hace referencia a las normas, recomendaciones y criterios para instalaciones eléctricas en supermercados, donde se estudia cada una de las áreas, y el texto de normas generales. Se hace mención de equipos y accesorios, iluminación general y localizada, y cuadros de carga instalada.

En el capítulo tres, se estudian los sistemas instalados en supermercados. La caída de tensión del sistema eléctrico, el cálculo de conductores y sus canalizaciones. Se estudian otros sistemas como el sistema eléctrico para cómputo, el sistema eléctrico de emergencia, ubicación de tableros, y diagramas unifilares. También se estudian las pérdidas y fallas. Se hace un estudio de otros sistemas, tales como el de sonido, el de señal de cómputo y datos, el sistema telefónico, el sistema de radio y seguridad, y el

sistema de refrigeración.

En el capítulo cuatro, se estudian las diferentes áreas de un supermercado con el objeto de conocer su consumo o demanda de potencia eléctrica. Se hizo un estudio mediante mediciones a los tableros de un hipermercado, y algunas tiendas Paiz. Se emiten datos verídicos de demanda máxima en cada tablero. Se exponen algunas de las mediciones realizadas.

Se hace un estudio de costos tanto de operación como de montaje de un hipermercado o una tienda en el capítulo cinco. El capítulo seis estudia las conclusiones; en el capítulo siete se dan a conocer las recomendaciones para las instalaciones eléctricas de supermercados modernos en Guatemala.

1. DISPOSICIONES GENERALES PARA SUPERMERCADOS

Los supermercados en Guatemala se han multiplicado grandemente en los últimos años. Se ha visto la necesidad de crear estándares normalizados para las necesidades de los supermercados y dar a conocer algunos criterios que se manejan en su construcción. Los criterios, procedimientos y normas aquí citadas, son generales y pueden ser utilizadas en cualquier construcción, ya sea edificios, residencias, centros comerciales, etc.

1.1 Localización del supermercado

El lugar escogido para la ubicación de un supermercado, el tipo y el área de éste, depende del estudio que se realice al área de influencia, en donde se consideran la capacidad adquisitiva del sector, colonia o ciudad. El supermercado necesario, puede ser una tienda de productos básicos tipo despensa; un supermercado surtido hasta 4,500 m² de área de venta o una hipertienda de más de 5,00 m².

Una vez que se determina el tipo de supermercado, entonces se localiza un terreno o un local que tenga fácil acceso, y que esté en vías principales con fuerte tráfico de vehículos o autobuses, para desarrollarlo.

Se debe evaluar lo siguiente:

1) Los aspectos económicos que se van a evaluar son:

a) Costo de movimiento de tierras

b) Costo por provisión de servicios

b1) Instalaciones de agua

b2) Instalaciones de drenajes y aguas pluviales

b3) Telefónico

b4) Servicio eléctrico de EEGSA o del INDE

2) Se diseñan una o varias propuestas en la planta de distribución del edificio, sobre las que se realizan los presupuestos.

3) Luego se procede a hacer un contrato de compra o arrendamiento del terreno o local, y en ese momento se empiezan a diseñar los planos definitivos de la obra.

4) Se empieza la construcción del proyecto y en el proceso; se procede a diseñar los planos finales o solamente hacer las correcciones, tal como se ejecutaron en obra.

1.2 Descripción de los trabajos

Quando es un proyecto que incluye construcción de obra civil, se empieza con limpieza, chapeo, destronque de la superficie del área de la construcción, excavación y remoción de la capa de humus hasta los niveles que indiquen los planos. En el momento en que la nivelación de la superficie y su base hallan sido realizadas, se empiezan a construir las instalaciones eléctricas subterráneas.

1.3 Plazo para la ejecución de los trabajos

El plazo para finalizar el proyecto eléctrico se determina en función del programa del proyecto eléctrico. Este depende del programa de la obra civil. Los

trabajos los iniciará el contratista a más tardar, cuatro días calendario después de entregado el anticipo inicial. Un proyecto eléctrico, de menos de 1,000 m², se construye en dos meses y medio. Un proyecto eléctrico de tienda de 3,000 m² se construye en tres meses. Las instalaciones de una hipertienda de 7,000 m² se construye en siete meses, incluyendo su parqueo.

1.4 Presentación de la oferta eléctrica

Los oferentes presentarán las ofertas de los trabajos eléctricos, basados en los planos que provee el inversionista.

Las ofertas para efectuar las instalaciones eléctricas serán entregadas en un sobre cerrado en el que se identifique plenamente al oferente. En la carta de presentación de la oferta, debe quedar constancia de lo siguiente:

- a) Indicar el precio total estimado de la misma, un desglose del costo de la mano de obra y materiales, y una descripción específica de los trabajos que va a realizar en el proyecto.
- b) Constancia de que el oferente conoce y acepta cada una de las condiciones, especificaciones y planos relacionados con el proyecto eléctrico.
- c) Constancia de que el oferente, en todo lo relacionado con el trabajo, se sujetará a las leyes de Guatemala.
- d) Un programa tentativo de trabajo para la ejecución del mismo, que incluya plazos y el número de personal que necesita para cada actividad.

- e) Lista detallada de precios unitarios, mano de obra y materiales para cada renglón y para cada área del supermercado, que hayan sido solicitados a la fecha de presentación de la oferta.
- f) A las empresas contratistas, no se les permitirá negociaciones posteriores a su cotización, de manera que éstas deberán presentar su mejor oferta desde la primera vez.

1.5 Adjudicación y firma del contrato

De acuerdo con la calificación de las ofertas presentadas al contratante, se escogerá la oferta más conveniente a sus intereses; se reserva el derecho de rechazar una o todas las ofertas que se presenten, si así juzga conveniente.

La oferta favorecida debe ofrecer buena calidad, buen precio, cumplir con lo especificado en planos y aceptar el compromiso del plazo de entrega.

La persona natural o jurídica, a la cual se haya adjudicado la ejecución del proyecto eléctrico, comparecerá a la firma del contrato.

1.6 Fianzas

Por seguridad de la empresa inversionista, se hace necesario que el contratista eléctrico entregue las siguientes fianzas.

- a) Fianza de anticipo
- b) Fianza de cumplimiento de contrato
- c) Fianza de garantía de las instalaciones

Las fianzas deben ser extendidas por una institución de reconocida capacidad y solvencia financiera para operar en Guatemala.

1.6.1 Fianza de anticipo

La fianza de anticipo debe cubrir el total nominal del porcentaje acordado como primer anticipo, y será presentada por el contratista en el momento en que se hace efectivo dicho anticipo.

1.6.2 Fianza de cumplimiento del contrato

Dentro del plazo de 10 días a partir de la recepción del anticipo, el adjudicatario deberá presentar una fianza de cumplimiento de contrato, equivalente al 20% del valor total del contrato.

El contratista se hará responsable de mantener por su cuenta los trabajos ejecutados, después de la recepción final de los mismos, hasta que presente la fianza de garantía.

1.6.3 Fianza de garantía

Esta fianza debe ser entregada por el adjudicatario inmediatamente después de entregar el proyecto. Debe de cubrir un 10% del total nominal del contrato. Estará vigente mientras el plazo de la garantía ofrecida por el contratista eléctrico no se venza.

Esta fianza no podrá ser endosada en ningún caso por el contratista.

1.7 Representante del contratista y supervisión

El contratista podrá asumir personalmente la conducción del trabajo y, en su defecto, una persona de reconocida experiencia que lo represente. En ambos casos, el responsable de los trabajos eléctricos y la supervisión debe ser un ingeniero eléctrico colegiado activo.

1.8 Personal, equipo y materiales

El contratista debe aportar todo el equipo, herramientas, materiales, accesorios, mano de obra, transporte y demás elementos, que aunque no estén entre las especificaciones, sean necesarios para la realización del proyecto eléctrico. Además realizará todos los trámites ante la E.E.G.S.A. o ante el I.N.D.E. relacionados con la conexión del servicio eléctrico. Existe la excepción de los materiales y equipos eléctricos que suministra la constructora del proyecto.

El contratista también proporcionará todo el equipo y personal necesarios para el control de calidad de los materiales que van a emplearse, así como de los trabajos realizados. Los conductores, tableros, e interruptores, deben ser aprobados por UL. "Underwriter Laboratories". Los materiales como tubería de plástico o PVC y la metálica o Ducton, que se fabrican en el mercado local, deben ser especificadas para electricidad y de reconocida calidad. Todo trabajo defectuoso, ya sea por los materiales, mano de obra, o incumplimiento de alguna norma, deberá ser corregido, reemplazado o reconstruido por el contratista sin compensación alguna, y en un plazo que la supervisión por parte del contratante considere apropiado.

1.9 Bodega y seguridad

El contratista general o dueño del proyecto, debe proporcionar un espacio para bodega que sea requerida, que se base en el volumen de material a almacenar. La bodega es responsabilidad del contratista eléctrico, quien debe proveerle seguridad tanto de día como de noche. La seguridad del área del proyecto debe ser provista por el constructor pero no será responsable por pérdidas de materiales en la bodega de materiales eléctricos.

1.10 Trabajos extras y o adicionales

El contratista deberá ejecutar cualquier trabajo adicional al contrato, aun cuando el precio no esté incluido en el contrato, cuando éstos sean solicitados, para poder terminar adecuadamente los trabajos. No se realizará ningún trabajo extra sin antes celebrar una reunión o acuerdo escrito con la supervisión general, que estipule: precios unitarios, cantidad de trabajo que se va a realizar y el monto total de los mismos.

Los precios unitarios de los trabajos adicionales no podrán ser mayores a los contratados originalmente.

1.11 Sanciones por demora en la entrega de los trabajos

El incumplimiento en la de entrega de los trabajos contratados, a entera satisfacción del contratante, se sancionará con una cantidad equivalente al 1 por millar del valor total nominal del contrato, por cada día de atraso, a partir de la fecha en que finaliza el plazo. El contratante concederá prorroga en la fecha estipulada de entrega final del trabajo, únicamente por causas planamente justificadas y que sean

ajenas al contratista eléctrico.

1.12 Incumplimiento y rescisión del contrato

En caso de incumplimiento del contrato, el contratista o su fiador están obligados a pagar los daños ocasionados, según lo indiquen las estipulaciones del contrato. Se consideran como causas de incumplimiento del contrato por parte del contratista, las siguientes:

- a) No presentar el programa de trabajo.
- b) No llevar a cabo la ejecución de las instalaciones eléctricas.
- c) No cumplir con el inicio de los trabajos en el tiempo estipulado.
- d) Demora y retraso en la entrega del proyecto por negligencia o fallas del contratista.
- e) No ejecutar el trabajo con la calidad de mano de obra y materiales, o ejecutarlos en forma inadecuada.

La supervisión del contratante enviará un aviso al contratista en relación con las causas que motivan el incumplimiento del contrato, y si en el plazo fijado (normalmente de siete días), el contratista no ha procedido a enmendar las faltas especificadas, el contratante tiene autoridad para solicitar a la institución afianzadora, que se haga efectiva la fianza por incumplimiento.

1.13 Finiquito

Si no hay reclamos pendientes de ser satisfechos por el contratista, formulados por escrito y relacionados con fallas en instalaciones eléctricas del proyecto, que sean imputables a éste y ocurridos durante el primer año, a partir del acta de recepción del proyecto, entonces se entregará el finiquito final, cuando expira

la fianza de garantía.

1.14 Planos finales

El contratante hace entrega de un juego de planos no reproducibles al contratista, en el momento en que se solicita la oferta del sistema eléctrico de un supermercado.

Al finalizar la construcción de las instalaciones eléctricas, el contratista deberá entregar al supervisor del proyecto un juego completo de planos reproducibles, que muestren las instalaciones ejecutadas, incluyendo las modificaciones realizadas. Es indispensable la entrega de los planos finales, previo a la recepción final del proyecto.

Los planos que generalmente deben entregarse corregidos al supervisor del proyecto, deben indicar la ubicación de las unidades en el lugar en que quedaron instaladas en la obra, los cuales son los siguientes:

1. Planta de iluminación acotada de tienda
2. Planta de fuerza acotada de tienda
3. Planta general de sonido
4. Iluminación exterior de tienda
5. Planta de ventiladores de tienda
6. Planta de fuerza regulada de tienda
7. Planta de teléfonos y cómputo de tienda
8. Iluminación de oficinas
9. Fuerza de oficinas
10. Fuerza regulada en oficinas
11. Planta de teléfonos y cómputo de oficinas

12. Planta de Iluminación del área de servicios
13. Planta de fuerza de servicios
14. Planta de teléfonos y cómputo de servicios
15. planta de fuerza regulada de servicios
16. Planta de sonido de servicios
17. Iluminación y fuerza de bodega
18. Planta de teléfonos, cómputo y fuerza regulada de bodega
19. Planta general de alarmas
20. Diagrama unifilar
21. Planta de subestación y cuarto de tableros
22. Detalles de subestación
23. Red general de tierras
24. Planta de distribución a tableros
25. Fuerza de refrigeración

1.15 Normas y códigos

El diseño, materiales o métodos constructivos que estén o no mencionados en específicamente en los planos o en estas especificaciones, deberán satisfacer las normas y regulaciones de los códigos de construcción local, así como todas las demás autoridades que tengan jurisdicción en la construcción de un proyecto. En general, deberán observarse las normas de la dirección general de obras públicas, El Código Eléctrico Nacional de los E.E.U.U. y las normas para acometidas de servicio de la Empresa Eléctrica de Guatemala, así como también el reglamento de acometidas telefónicas de TELGUA, S.A.

1.16 Ejecución de los trabajos

El alambrado se realizará de acuerdo con el número de conductores que se

indica en los planos, conectados a la fase correspondiente.

No se permite cambiar el número, calibre, color y tipo de aislamiento de los conductores; sólo bajo causas de fuerza mayor y previa autorización de la supervisión general del proyecto eléctrico.

En caso de que sea necesario efectuar cambios en las instalaciones que representen gastos extras, el contratista deberá presentar un presupuesto del trabajo, previo a su ejecución, el cual deberá ser aprobado por el supervisor de la obra.

Los materiales deben ser instalados adecuadamente y con seguridad. Las cajas de salida que se instalen embebidas en paredes o losas, deberán tener sus bordes frontales y a ras de las superficies mencionadas. Las instalaciones expuestas deben ser aseguradas por medio de soportería adecuada y, en ningún caso, con alambre galvanizado, forrado o de amarre.

Las canaletas eléctricas, tuberías y cajas instaladas, deben quedar totalmente limpias y con la mejor apariencia posible.

Todos los extremos abiertos de las tuberías embebidas deben taparse durante la construcción, para evitar que se obstruyan o se llenen de materiales extraños o residuos de concreto.

1.17 Materiales

Todos los materiales, accesorios y equipos requeridos por estas especificaciones deben ser nuevos, limpios y libres de defectos en el momento de ser instalados. Deben ser de la mejor calidad y del tipo que cumpla con la mejor práctica reconocida.

La aprobación de los materiales estará condicionada a que se cumplan con las especificaciones que se describen a continuación:

1.17.1 Conductores

Los conductores que utilice el contratista deben tener aislamiento del tipo especificado en los planos. Puede ser alguno de los siguientes:

- a) Termoplástico resistente al agua: TW.
- b) Termoplástico resistente al agua y 75 grados de calor: THW.
- c) Termoplástico resistente a 90 grados de calor: THHN.
- d) Termoplástico resistente al agua y 90 grados de calor: THWN.

El calibre mínimo que se va a utilizar será el AWG #12 de cobre, excepto cuando se especifique otro en los planos.

Los conductores de calibre #12 pueden ser sólidos. El calibre #10 y mayores, deben ser cables de varios hilos trenzados. Todos los conductores deben ser forrados; no se permite el uso de conductores desnudos dentro de ningún tipo de ducto.

Los conductores de tierra para los tomacorrientes serán calibre número 12 con aislamiento TW o THW. Todos los conductores deben ser de cobre con aislamiento para 600 voltios y serán del tipo indicado a continuación:

Alimentadores principales y alimentadores de equipo electromecánico serán con aislamiento del tipo THW, THWN o THHN.

Los conductores para iluminación de alta descarga deben ser THHN. Para iluminación fluorescente o tomacorrientes, será THHN o THW.

Alimentadores subterráneos exteriores al local o al centro comercial donde esté ubicado el supermercado serán THW, o THWN.

1.17.2 Empalmes y conexiones

No se permiten empalmes de conductores dentro de los ductos o en tableros de distribución. Los empalmes sólo pueden ejecutarse en cajas de registro.

Pueden utilizarse empalmes sin soldar en todos los conductores hasta el calibre #10. Si se utilizan conectores, deben ser iguales o equivalentes al tipo "Scotch Lock" fabricado por 3M. En calibres mayores, deben usarse terminales de compresión iguales o equivalentes al tipo "Hylug" fabricados por "Burndy".

1.18 Identificación y codificación de conductores

Para identificar fácilmente los conductores, debe respetarse el siguiente código de colores:

Línea viva: negro o rojo

Línea neutral: blanco

Línea de tierra: verde

Línea de retorno: amarillo

Líneas de puentes: celestes

1.18.1 Alimentadores

Deberán codificarse únicamente en el caso en que dos o más alimentadores sean instalados en la misma tubería. Es posible identificar un conductor, de un grupo, cuando se pega, en ambas puntas del conductor, una cinta de aislar del mismo color.

1.19 Cableado y alambrado en ductería

Con el fin de proteger el aislamiento de los conductores durante el halado de los mismos y para evitar que se exceda la tensión máxima indicada por el fabricante, deberá utilizarse lubricantes manufacturados, específicamente para esta función. No debe permitirse como sustituto a los lubricantes, polvos de talco, detergentes comerciales, margarina, etc. Se recomienda el uso del lubricante "Wiring Pulling Compound", fabricado por "Ideal Company".

1.20 Tuberías y accesorios

El diámetro mínimo de tubería, que debe usarse en supermercados, es $\frac{3}{4}$ de pulgada. Todas las tuberías que se instalen expuestas o embebidas en paredes o losas, deberán ser metálicas, de acuerdo con los incisos siguientes:

- a) Los ductos de hasta $1 \frac{1}{4}$ de diámetro serán tubería metálica de pared delgada del tipo Ducton, y podrá utilizarse, a menos que se indique lo contrario.

Los ductos mayores de $1 \frac{1}{4}$ de diámetro deben ser metálicos de pared gruesa del tipo Conduit, a menos que se indique otra cosa.

- b) Los ductos de canalizaciones exteriores, o subterráneos podrán ser PVC

del diámetro indicado en el diseño. Estos ductos deben ser recubiertos por una capa de 5 cm. de concreto pobre.

- c) En juntas de expansión de la estructura, deberán utilizarse uniones de expansión.
- d) Las curvas hechas en obra deben hacerse de tal forma, que no disminuyan la sección transversal de la tubería. Los radios de curvatura de éstas deberán cumplir con lo estipulado por el fabricante de curvas originales.
- e) La tubería de la acometida eléctrica principal será metálica de pared gruesa del tipo Conduit Galvanizada. No se debe usar tubería PVC en este renglón, a menos que EEGSA lo autorice. En tal caso, deberá quedar embebida en 25 cm. de concreto de fundición.
- f) Toda tubería que se instale en forma expuesta, deberá estar debidamente soportada cada 1.0 mts. con abrazaderas del tipo Omega OBW.
- g) Todas las juntas, entre tubería y caja de registro, deberán hacerse por medio de conector y bushing, para la debida protección de los cables.
- h) Todos los ductos que no deban quedar alambrados, por el contratista eléctrico, deberán quedar provistos de una guía de alambre galvanizado calibre 14.

1.20.1 Cajas de salidas

Las cajas de registro deben ser calculadas y adaptadas para el número de

conductores y tubería. Por la utilización que se les dé, pueden ser como sigue:

- a) En general, todas las cajas para iluminación y fuerza de servicios, deben ser tipo pesado, de acero prensado y galvanizado, para evitar la corrosión por humedad.
- b) Las cajas para interruptores, tomacorrientes, extractores de baños, salidas para datos, salidas para cómputo, salidas para ventiladores, alarmas, sonido y teléfono, serán rectangulares de 4" * 2 1/8". En donde sea necesario, se colocarán cajas de 4" * 4" o mayores, con marco reductor, según el número de tuberías o conductores que contengan.
- c) Las cajas para salidas de iluminación serán octogonales de 4".

1.20.2 Altura de montaje de salidas

Salvo que se indique otro aspecto en los planos, las alturas para las diferentes salidas, para las diferentes salidas, medidas del nivel de piso terminado hasta el rostro superior de las cajas, la altura de cada salida, será como sigue:

- a) Para salidas de tomacorrientes, datos, teléfono, cómputo, serán instaladas a una altura de 30 cms.
- b) La altura de las salidas para interruptores de iluminación será de 1.30 mts.
- c) Las salidas para iluminación y extracción de baños en pared estarán a una altura de 2.20 mts.

- d) Los tableros de distribución serán instalados a 1.80 mts., sobre el nivel de piso.

1.21 Red de tierras

El contratista suministrará e instalará los materiales necesarios para implementar el sistema de tierras indicado en los planos.

El conductor desnudo, que interconecta las varillas de cobre especiales para aterrizaje de sistemas eléctricos, será enterrado a una profundidad mínima de 50 cms.

La cantidad de varillas de tierra puede variar de acuerdo con las condiciones del suelo, puesto que deberá obtenerse una resistencia menor de 3 ohmios para el sistema de fuerza normal y el sistema de fuerza regulada.

Los equipos de cómputo de las cajas, así como los decodificadores de precios, especifican que la red de tierras debe tener una resistencia no mayor de 3 ohmios, para evitar errores en la lectura de los datos.

1.22 Tomacorriente normales

El contratista eléctrico debe proporcionar los tomacorrientes y emplacado del sistema normal. Los tomacorrientes normales están energizados directamente por el sistema de Empresa Eléctrica o del INDE. Este es para uso común. Debe ser polarizado del tipo Eagle o Léviton con alambre de tierra calibre 12 THW. La placa debe ser de acero inoxidable para uso de tipo pesado.

Los tomacorrientes normales, en el área de servicios, deben tener placa

- d) Los tableros de distribución serán instalados a 1.80 mts., sobre el nivel de piso.

1.21 Red de tierras

El contratista suministrará e instalará los materiales necesarios para implementar el sistema de tierras indicado en los planos.

El conductor desnudo, que interconecta las varillas de cobre especiales para aterrizaje de sistemas eléctricos, será enterrado a una profundidad mínima de 50 cms.

La cantidad de varillas de tierra puede variar de acuerdo con las condiciones del suelo, puesto que deberá obtenerse una resistencia menor de 3 ohmios para el sistema de fuerza normal y el sistema de fuerza regulada.

Los equipos de cómputo de las cajas, así como los decodificadores de precios, especifican que la red de tierras debe tener una resistencia no mayor de 3 ohmios, para evitar errores en la lectura de los datos.

1.22 Tomacorriente normales

El contratista eléctrico debe proporcionar los tomacorrientes y emplacado del sistema normal. Los tomacorrientes normales están energizados directamente por el sistema de Empresa Eléctrica o del INDE. Este es para uso común. Debe ser polarizado del tipo Eagle o Léviton con alambre de tierra calibre 12 THW. La placa debe ser de acero inoxidable para uso de tipo pesado.

Los tomacorrientes normales, en el área de servicios, deben tener placa

tipo intemperie, debido al uso y a la humedad del lugar, para evitar cortocircuitos al lavar las paredes.

1.23 Tomacorriente regulados

Los tomacorrientes regulados son energizados por una unidad de servicio ininterrumpible del tipo UPS o un regulador de voltaje. Estos deben ser del tipo Léviton con placa de acero inoxidable pintada de color rojo. En el área de servicios, deberá colocar con tomacorriente Léviton de color rojo de fábrica y con placa tipo intemperie, para evitar que se confundan con los tomacorrientes normales.

1.24 Sistema telefónico

El cable multipar suministrado por Telgua, S.A. viene desde un poste cercano o una caja de distribución subterránea, hasta un distribuidor principal, de donde se derivan varios cables multipares, hacia los diferentes receptáculos.

Cada distribuidor deberá estar instalado en una oficina de recepción, un centro de cómputo, o en un lugar aislado dentro de una caja metálica para protección, con puerta de acceso para facilitar el mantenimiento del sistema.

Los cables multipares que se van a utilizar serán para aplicación telefónica interior, iguales o equivalentes a los fabricados por CONELCA.

1.25 Sistema de sonido

Los sistemas de sonido deben ser de bajo nivel de ruido. La transmisión de voz

debe ser posible desde el sector de servicio al cliente, y desde la oficina de recepción y, al menos, de un lugar en el sector frente a las cajas registradoras.

Los equipos de transmisión de música, deben estar alejados del área de venta del supermercado y de los clientes; por esta razón, se recomienda dejarlos en la oficina de recepción, y no olvidar que dichos equipos necesitan un espacio físico.

1.26 Sistema de radio y seguridad

Todo supermercado debe tener un sistema de comunicación rápido y efectivo, por lo cual se recomienda utilizar además del teléfono, un sistema de radio, que permita la comunicación entre diferentes unidades, y entre la tienda con su bodega de distribución que le surte. En casos de emergencia, el sistema de radio puede ser utilizado por los agentes de seguridad, para operaciones dentro de la tienda o entre distintas unidades.

El sistema de radio debe contar con lo siguiente:

1. Equipo transmisor receptor central
2. Antena
3. Equipos transmisores receptores auxiliares

Se recomienda que se instale un sistema de seguridad, puesto que la mayoría de supermercados, quedan poco protegidos o desprotegidos en las horas de la noche. Para detectar a tiempo un incendio, el sistema debe contar con sensores de humo.

Los sistemas más utilizados son:

- a) De alarma ruidosa
- b) De señal silenciosa

Los sistemas de alarma ruidosa deben contar con una sirena, que es accionada por los elementos que censan la presencia de extraños o de humo dentro del local.

Los sistemas de señal silenciosa envían una señal a las centrales de policía más cercanas, así como a las centrales de seguridad privada con las que se cuenta, en el momento en que se activa algún elemento sensor.

Los elementos sensores más utilizados en la actualidad son los siguientes:

- 1) Sistemas fotoeléctricos
- 2) Sistemas ultrasónicos
- 3) Sistemas electromecánicos
- 4) Sistema manual
- 5) Circuito cerrado de televisión

Este último es el más caro, y se utiliza para el control de la tienda, en las horas en que el supermercado está activo. Las imágenes son proyectadas en uno o varios monitores. Por su alto costo, puede ser utilizado solamente en tiendas de gran afluencia.

2. NORMAS RECOMENDACIONES Y CRITERIOS PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN SUPERMERCADOS

Se puede considerar un circuito como mal diseñado, cuando no cumple con los requisitos relativos a protección, diseño y trazado.

Las normas, recomendaciones y criterios pretenden evitar estas deficiencias; en este capítulo, se indicarán las que corresponden a instalaciones eléctricas aplicables a los supermercados.

Los diferentes tipos de cargas se pueden separar como sigue:

A. carga de alumbrado

B. carga de fuerza

En fuerza, se incluyen los tomacorrientes de uso general, las cargas de equipos con alimentación individual, carga de aire acondicionado, cargas de equipos auxiliares, carga de equipos de refrigeración y cargas esenciales.

Estimación de cargas

Para la determinación de la carga de iluminación, sobre la base de datos estadísticos, los manuales publican tablas de carga por unidad de área. Estos datos son útiles sólo para efectos de estimación de cargas, con lo cual se obtiene una idea aproximada de la magnitud. La determinación precisa de la carga necesita la elaboración del diseño del proyecto de iluminación, cuando se trata de proyectos nuevos. Los factores de demanda que presenta esta carga para los circuitos ramales, varía entre un 80% y 100%; este último se toma como valor de diseño, salvo en casos

especiales y después de un cuidadoso análisis.

En general y específicamente para supermercados, se recomienda diseñar los circuitos ramales con cargas del 50% de su capacidad nominal, lo que garantiza una reserva en capacidad del 30%, mientras el restante 20% es para seguridad del conductor, para evitar además interrupciones del servicio por sobrecargas.

Para las cargas inductivas de iluminación que necesitan balastos, transformadores o autotransformadores, el cálculo de la carga deberá basarse en el total de los amperios nominales de estas unidades, y no en el total de vatios de las lámparas, debido a las pérdidas en transformación.

Se consideran 30 vatios por metro cuadrado por iluminación de tienda; 35 para el área de oficinas; 5 vatios por metro cuadrado para pasillos, y 2.5 vatios por metro cuadrado para bodegas, conforme al artículo 220.3 del NEC.

Cuando estamos considerando que la demanda y la cantidad real de tomacorrientes es desconocida, se incluyen 10.75 vatios por metro cuadrado adicional por este concepto.

Conductores neutrales

Se puede emplear un neutro común para dos o tres alimentadores de tres hilos, o para dos alimentadores de cuatro hilos, sin embargo, esto provoca limitaciones cuando los alimentadores van en canalizaciones o ductos metálicos, puesto que deben instalarse en una misma canalización para evitar calentamiento producido por inducción.

Capacidad del circuito

En circuitos ramales que contienen cargas continuas y discontinuas, la capacidad del circuito no será menor que la carga discontinua más el 125% de la carga continua.

Todos los conductores del mismo circuito, y cuando sean usados, el neutro y los conductores de puesta a tierra de un equipo estarán dentro de la misma canalización, ya sea bandeja de cables o cordón.

Es común utilizar en tiendas conductores de cobre con aislamiento THHN o THWN para 90 °C de temperatura.

Ductos

En cuanto a la tubería, no deberán usarse tamaños de diámetros mayores de 10 cm. o menores de 1.3 cm. No se instalarán ductos metálicos bajo el piso o empotrados en concreto, a menos que tenga protección contra la corrosión para las condiciones de su uso.

El número de curvas en un tramo de tubería entre salida y salida, entre accesorios, o entre accesorio y salida, será no mayor de 4 curvas de 90 grados.

La tubería metálica flexible se usará en lugares secos y accesibles, en donde no esté expuesta a daños físicos. No deben usarse en longitudes mayores de 1.80 metros, ni empotrada en concreto.

Canaletas

Las canaletas metálicas deberán utilizarse en lugares secos de los supermercados.

La suma del área transversal de los conductores no será mayor que el 20% del área de la sección transversal de la canaleta y los conductores, incluyendo empalmes y derivaciones, no deben de llenar la canaleta en más del 75% de su área en ese punto. Las canaletas auxiliares no deberán contener más de 30 conductores que transporten corriente, cualquiera que sea su sección transversal, conforme al artículo 352.7 del NEC.

2.1 Área de tienda

En el proceso de construcción y montaje del área de tienda, se tienen, entre algunas de las instalaciones generales, las siguientes:

- a) Instalaciones provisionales
- b) Iluminación normal
- c) Iluminación de emergencia
- d) Iluminación localizada
- e) Iluminación natural
- f) Controles de iluminación
- g) Alimentadores
- h) Tomacorrientes de piso
- i) Cajas de registro y accesorios

Instalaciones provisionales

Las lámparas que se usen en el proceso de construcción de la obra civil, deben estar protegidas contra golpes accidentales.

Las instalaciones provisionales para luz y fuerza deben estar soportadas por

aislantes a intervalos de no más de 3 m., y nunca dejar en el suelo ninguno de sus conductores.

Iluminación normal

El nivel de iluminación general recomendado, para ser utilizado en supermercados, es según IES (Asociación de ingenieros en iluminación) de 1,100 luxes mínimo. Este nivel es el que actualmente se está utilizando en Guatemala.

Cuando el supermercado está funcionando con energía proveniente de las líneas del INDE o de la Empresa Eléctrica de Guatemala, todo el sistema de iluminación puede encenderse cuando se requiere.

Iluminación de emergencia

El sistema de iluminación de emergencia de un supermercado esta compuesto por parte de la iluminación general alimentada por una planta eléctrica de emergencia, y por un grupo de lámparas de batería.

Iluminación general de emergencia

En los supermercados modernos, se considera conveniente instalar cuando menos el 50% de las luminarias al sistema de emergencia del supermercado.

Las lámparas de "Metal Halide" cada vez son más usadas en supermercados. Estas encienden muy lentamente y necesitan de unos 10 minutos para encender después de accionado el interruptor, o cuando se produce una interrupción del servicio. Por esta razón, se considera normalmente un 50% de las luminarias con un bulbo de cuarzo de encendido instantáneo y apagado automático, cuando enciende el bulbo de Metal Halide.

Lámparas de batería

Las lámparas de baterías con arranque automático funcionan, mientras la planta eléctrica recibe la transferencia de carga que ocurre entre 10 y 15 segundos, después de la interrupción del servicio por parte del sistema de energía de Empresa Eléctrica.

Iluminación localizada

El área de belleza pertenece al área de tienda, y generalmente necesita iluminación del tipo localizada en sus góndolas. La iluminación se coloca tipo fluorescente de dos tubos por cuatro pies, una a continuación de la otra a lo largo de la parte superior de la góndola, y su interruptor estará en alguno de los extremos de ésta, pero no visible.

La caída de tensión máxima permisible hasta el punto más desfavorable de un circuito ramal de alumbrado o tomacorriente es de 3%, con tal que en alimentadores y circuitos ramales no exceda del 5% en total.

Iluminación natural

Actualmente, para ahorrar en costos de energía, se toma el criterio de aprovechar la luz natural para iluminar las tiendas, de manera que se utiliza lámina plástica o acrílica en un porcentaje entre el 6% y 10%, con lo que se obtiene un buen nivel de iluminación durante el día sin recurrir al uso de energía eléctrica.

Control de iluminación

La iluminación general de tienda usualmente es gobernada por contactores,

cuyos interruptores son normalmente accionados mediante una llave, para que no sean manipulados por personal no autorizado. Estos se encuentran expuestos a todas las personas que entran; por eso generalmente se colocan en pared y cercanos al ingreso principal.

Alimentadores

Quando la distancia desde un tablero a la primera derivación de un circuito de alumbrado excede de 15 m., la sección del conductor debe ser cuando menos de un tamaño inmediatamente superior al que determina su capacidad de corriente. La distancia máxima de derivación, hasta la primera derivación de alumbrado, no debe ser nunca mayor de 30 m. a menos que pueda mantenerse una caída de tensión no mayor del 3% desde el tablero, hasta el punto más desfavorable del circuito.

Las cargas continuas, como el alumbrado de tienda, no deben exceder del 80% de la capacidad del circuito ramal. Los circuitos son considerados de uso continuo, siempre que mantengan su carga durante 3 horas continuas.

Tomacorrientes de piso

Los tomacorrientes de piso deben ser colocados a no más de 10 centímetros del extremo de las góndolas de mercadería, para evitar que se dañen por el tráfico de personas y carretas.

Las cajas de registro de los tomacorrientes de piso y sus placas deben ser muy resistentes. En supermercados Paiz, se utilizan cajas de hierro colado y placa doble de broce marca Hoobel por ser de gran resistencia contra peso e impacto aunque su costo es de unos \$ 85.00 por unidad, que es sumamente elevado.

Cajas de registro y accesorios

En las cajas de empalme y de interrupción, debe dejarse cuando menos 15 cm. de longitud de conductor disponible en cada caja, para hacer las uniones o conexiones a los equipos.

El espacio necesario, dentro de la caja de registro para cada conductor, está dado en la tabla número 4. Las cajas y accesorios metálicos serán resistentes a la corrosión; deberán estar galvanizados por dentro y por fuera para evitar la corrosión.

2.1.2 Área de autoservicios

En esta área, el cliente encuentra en los equipos fríos, carnes, verduras, embutidos, etc. Debido a que los equipos traen una área reducida para hacer la conexión eléctrica, es necesario acotar con sumo cuidado la salida eléctrica, para que el ducto subterráneo, coincida con ésta.

Cerca de estos equipos, normalmente se mantiene cierta cantidad de humedad, por lo que se recomienda hacer la instalación eléctrica con tuberías anticorrosivas metálicas.

En el área de autoservicios, se utiliza la iluminación general de la tienda. Los equipos traen incluida iluminación localizada, del tipo Wall Warm, fluorescente.

En el área de autoservicios, se cuenta con el equipo y cargas que aparecen en la tabla número 1.

TABLA I.
Equipo y cargas en áreas de autoservicios de supermercados.

Isla de congelado de carnes	1900 vatios
Islas de quesos	400 vatios
Islas de carnes no congeladas	1000 vatios
Autoservicio de lácteos	2040 vatios
Vitrina de congelados	2700 vatios
Autoservicios de verduras	1800 vatios
Autoservicios de jugos	1700 vatios
Autoservicios de carnes	2300 vatios

2.2 Área de oficinas

En oficinas, debe tenerse un nivel de iluminación entre 300 y 500 luxes, y depende del trabajo que se realice en ella, con luminarias fluorescentes del tipo cool white. Los tubos y balastos deben ser ahorradores de energía. Actualmente puede utilizarse balastos electrónicos, que permiten evitar el efecto estroboscópico y mejoran la eficiencia de los tubos, debido a que funcionan en alta frecuencia.

En cuanto a tomacorrientes, en oficinas de menos de 40 m² de área, debe ser colocado por lo menos un tomacorriente por cada 3 metros lineales de pared. Si el área pasa de 40 m², debe asignarse 8 tomacorrientes para los primeros 40 m² y 3 por cada 40 m² o fracción adicional.

2.3 Centro de cómputo

En el centro de cómputo, se tienen instalados los sistemas que permiten la distribución de la señal para las cajas registradoras, y las diferentes salidas para datos del supermercado, mediante la red de cómputo y el CPU (Unidad central de proceso).

La distribución del sistema de energía regulada se distribuye desde el centro de cómputo, mediante un UPS (Unidad ininterrumpible de energía) y un tablero principal de fuerza regulada, que permite cumplir con los requisitos de una variación máxima de frecuencia de 2 hertz. En el UPS, se transforma la corriente alterna a corriente continua, y luego a corriente directa, para después volver a corriente alterna, para evitar los armónicos y las variaciones del voltaje en las líneas vivas.

Los sistemas de cómputo permiten una variación de tensión del 3%, y ésta es medida desde el UPS hasta el tomacorriente de salida. Este criterio también es usado para las cajas registradoras y balanzas electrónicas.

2.4 Area de cafetería

La cafetería se ubica generalmente contigua a las oficinas. Se utiliza un nivel de iluminación general de 400 luxes. Los tomacorrientes son ubicados uno a cada 7 metros de pared en el área de mesas. En el área de mostrador de la cafetería, se instalará un tomacorriente cada 60 centímetros o un tomacorriente doble cada 1.20

metros, según el artículo 210.52-b del NEC.

2.5 Bodegas

La iluminación que debe utilizarse en bodegas debe de ser alrededor de 2.5 vatios/m². Para la bodega de abarrotos, se utiliza un nivel de iluminación de 250 luxes, debido al intenso movimiento de mercadería. Una razón adicional es la seguridad de la bodega. Los tomacorrientes de uso general, que se dejan en éstas, son utilizados para limpieza.

2.6 Área de cajas

En esta área, se tienen tomacorrientes normales, regulados y señal de cómputo. Normalmente, se instalan cuatro y máximo cinco tomacorrientes regulados por circuito. Se considera una carga de 250 vatios por caja registradora.

Para el sistema normal, se estudia la carga de los motores que mueven las bandas de la caja. Mediante un pulsador, la persona encargada de la caja, acerca la mercadería que el cliente coloca en la banda. El motor que acciona la banda comúnmente es de 1/6 de HP, sin embargo, la caja doble puede tener tres bandas y su corriente nominal puede ser de 15 amperios.

Es importante mencionar que si el sistema de cajas registradoras se interrumpe como consecuencia de falla del sistema eléctrico o la señal de cómputo, el supermercado no puede seguir operando, de manera que las cajas registradoras son vitales para el funcionamiento de la tienda.

La iluminación en el área de cajas es la general de tienda, sin embargo, debe considerarse que las lámparas de este sector, estén en el sistema de emergencia. Al

haber interrupción del servicio de energía eléctrica, la planta eléctrica arranca inmediatamente, sin embargo, la transferencia de carga se hace en unos 15 segundos tiempo en el cual; la tienda en general y el área de cajas son parcialmente iluminadas por lámparas de batería que encienden automáticamente.

2.7 Área de servicios

Esta área está formada por la carnicería, panadería, embutidos y verduras. El nivel de iluminación para panaderías es normalmente del orden de 500 luxes en producción y 700 luxes en el área de venta.

Debido al exceso de humedad, en estas áreas se hará una conexión entre los conductores de puesta a tierra del equipo y las cajas metálicas galvanizadas, por medio de un tornillo. Las áreas de servicios son lavadas continuamente; por esta razón, los tomacorrientes que se usen deben ser tipo intemperie.

En los pasillos, es necesario instalar un tomacorriente por cada 10 ó 15 mts. Estos tomacorrientes son utilizados específicamente para limpieza, de manera que su uso es poco frecuente. El nivel de iluminación de pasillos de supermercados debe ser de 200 luxes como mínimo, con luminarias fluorescentes del tipo industrial.

2.7.1 Área de panadería

En el área de panadería, se diseñan los tomacorrientes, en su mayoría, con alimentación individual. Esto se debe a que se tienen muchos equipos, tanto monofásicos, como trifásicos.

Debido a que casi no quedan espacios en la pared, se hace muy difícil dejar tomacorrientes de uso general, sin embargo, es necesario dejar tomacorrientes en algún espacio para previsión de algún equipo. El NEC recomienda dejar previsto un tomacorriente de uso general por cada tres metros de pared libre, independientemente de los tomacorrientes utilizados por los equipos.

El ambiente en la panadería tiene áreas húmedas, calientes, y polvo de harina. Los tomacorrientes se usan tipo intemperie, para evitar la humedad y la contaminación de polvo. Debe tenerse sumo cuidado de no colocar tableros cerca de la amasadora o del molino, para evitar que se corroan o se ensucien los bornes de los interruptores, porque pueden dar como resultado un mal contacto y mal funcionamiento.

Asimismo, debe evitarse colocar los tableros cerca de los hornos, para que no se pierda la ampacidad de los interruptores. Es bien sabido que con un incremento en la temperatura, los interruptores termomagnéticos se disparan con una corriente menor. El calor intenso hace que los materiales se dilaten por encima de sus especificaciones, que trae como consecuencia que la vida útil de los tableros e interruptores sea menor.

Las lámparas que se especifican para panadería pueden ser tipo comercial en el área de venta, y de tipo industrial en el área de preparación.

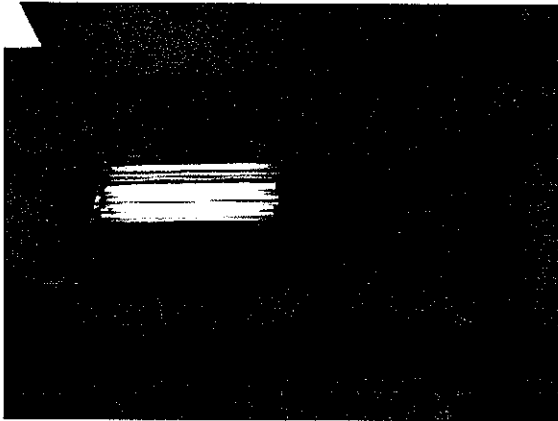


Figura 1
Matamoscas

La figura muestra un matamoscas marca vector. Los matamoscas son de uso común en el área de servicios.

Figura 2
Tomacorriente tipo intemperie
En el área de servicios, se utilizan tomacorrientes tipo intemperie, como el mostrado en la figura, para evitar cortocircuitos por exceso de humedad en los contactos del tomacorriente.

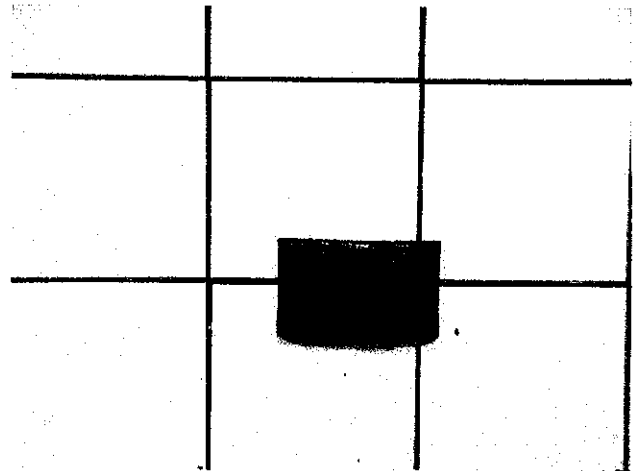


Figura 3
Tomacorriente trifásico

La figura muestra el tomacorriente trifásico de 60 amperios, usado corrientemente en el área de servicios, por su resistencia a la humedad, ser robusto, y por ser para uso tipo pesado.

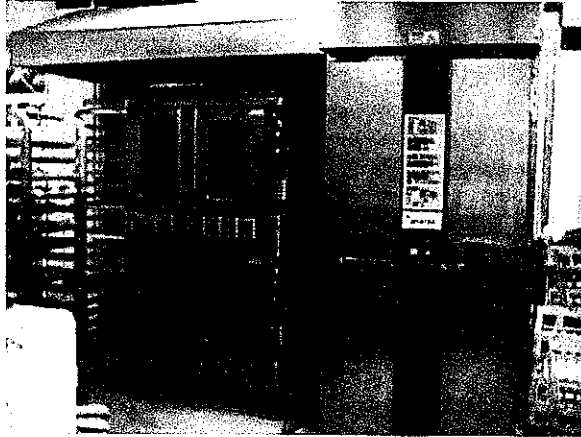


Figura 4
Horno y fermentador
En la figura, se ve de izquierda a derecha, el horno y el fermentador. Este último se utiliza para que crezca la masa de harina con rapidez.

Figura 5
Campana para extracción de aire
La campana es utilizada sobre hornos y estufas eléctricas o de gas, con el objeto de extraer el calor y el olor del pan o de comidas, del supermercado, mediante la instalación de ductería y extractores.

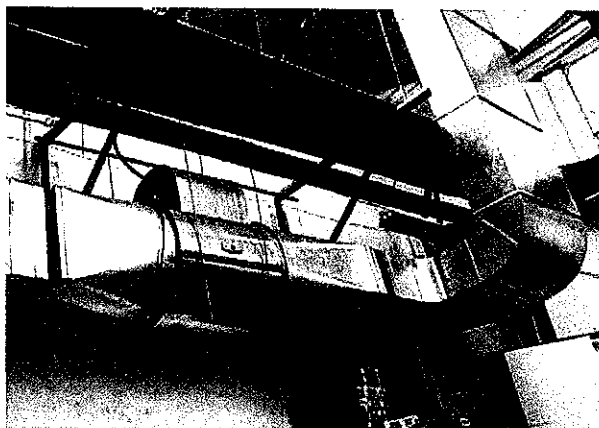


Figura 6
Extractor de olores
En la figura, se ve instalado el extractor y su ductería, para dirigir el aire caliente y los olores de comida y pan, hacia el exterior del supermercado.

Figura No. 7
Molino o amasadora
Equipo trifásico utilizado en la panadería para hacer la mezcla con facilidad y rapidez.

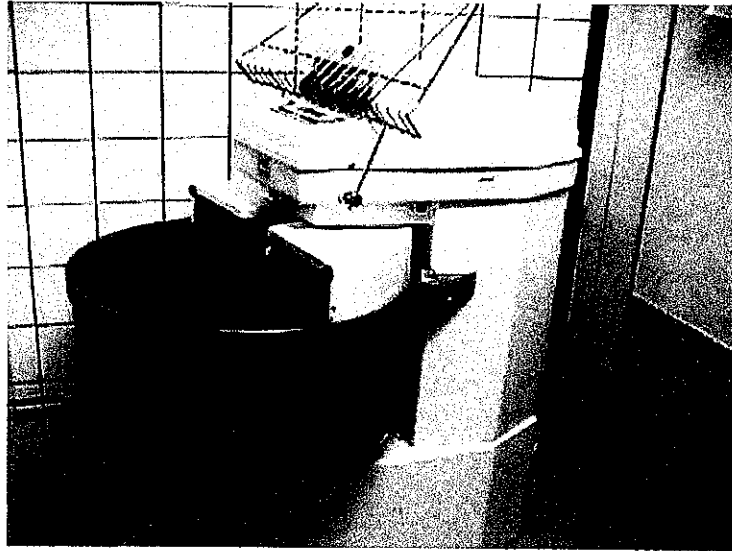


Figura No. 8
La laminadora
Equipo necesario en el área de preparación de la panadería para darle forma a la masa de harina.



Las cargas comunes, en la panadería de un supermercado, son generalmente las que aparecen en la tabla número 2.

TABLA II

Cargas comunes en área de panadería de un supermercado

Iluminación	2750 vatios
Rótulos en toldos	1600 vatios
Secamanos	1000 vatios
Cámara fría	800 vatios
Tomacorrientes para mesa	1200 vatios
Matamoscas	600 vatios
Mezcladora trifásica	3400 vatios
Cilindro refinador trifásico	3500 vatios
Máquina cortadora trifásica	3500 vatios
Chivoleadora trifásica	3000 vatios
Cámara de crecimiento, 208 volts	2000 vatios
Horno	1200 vatios
Copy-cake	1000 vatios
Laminadora trifásica	2300 vatios
Extractor trifásico	3000 vatios

Los extractores trifásicos se instalan donde puedan extraer el calor producido por los hornos.

2.7.2 Área de embutidos

En un supermercado, el área de embutidos es la que se ocupa de la preparación de embutidos, así como del área de venta y los cuartos fríos que se utilicen para mantenerlos en buen estado. La mayor cantidad de carga es de fuerza en tomacorrientes con alimentación independiente.

Es necesario un cuarto frío para almacenar los embutidos, pues evita que éstos se descompongan, y permite que su frescura y nutrientes naturales se mantengan al máximo.

Las cargas más comunes en el área de preparación de embutidos son las siguientes:

TABLA III
Cargas comunes en el área de embutidos

1	Rótulo	100 vatios
2	Tomas para mesa de trabajo	1200 vatios
3	Matamoscas	600 vatios
4	Empacadora	1000 vatios
5	Reloj	100 vatios
6	Batidora trifásica	2400 vatios
7	Equipos refrigerados	2100 vatios
8	Pesas digitales	1200 vatios
9	Secamanos	1000 vatios
10	Horno trifásico	2250 vatios
11	Rostizador trifásico	7200 vatios
12	Rebanadoras	200 vatios

Figura 9
Rebanadoras de embutidos

La figura muestra una rebanadora para cortes de jamón, así como los equipos de refrigeración de embutidos. Al fondo, una balanza electrónica.

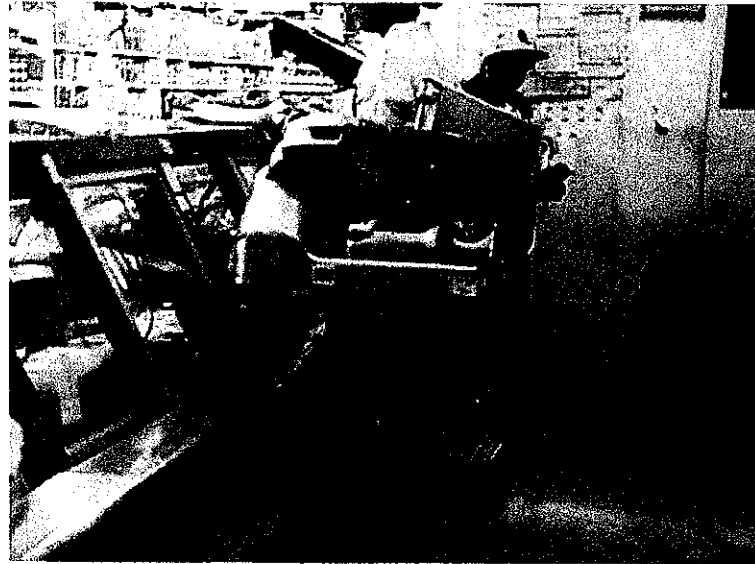
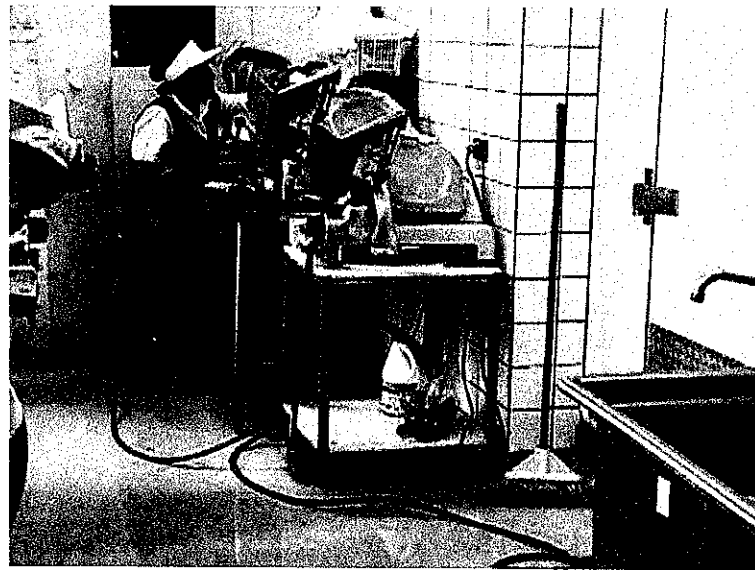


Figura 10
Rebanadoras, tomas tipo intemperie y mesa de trabajo

En la figura, se ve al fondo una mesa de trabajo, de acero inoxidable, y al frente, una rebanadora y un tomacorriente tipo intemperie.



2.7.3 Carnicería

Al igual que en el área de embutidos, el área de carnicería está compuesta por el sector de preparación, el área de venta y los cuartos fríos que se utilicen para mantener la carne en buen estado.

Las cargas eléctricas son de fuerza en tomacorrientes con alimentación independiente. Los circuitos, en gran porcentaje, son monofásicos como muestran las tablas de la descripción de dos tableros típicos, citadas adelante.

El nivel de iluminación utilizado, en el área de atención al público, es de 700 luxes. Es necesario evitar el exceso de contraste entre el nivel de iluminación de la tienda y el de la carnicería, para que esta última no parezca oscura y no pierda su atractivo y en las ventas.

La luminaria debe ser tipo comercial, con tubos cool white o wall warm. Estos tubos realzan el color rojo y le dan un color muy vivo a la carne. No debe utilizarse tubos day light o lámparas Metal Halide en la carnicería, debido a que hacen que la carne se vea de un color verdusco, con apariencia de estar descompuesta, vieja o ser de mala calidad.

Todos los tomacorrientes monofásicos de 120 volts deben ser tipo intemperie, para evitar la humedad y la corrosión. Los tomacorrientes en 208 volts monofásicos o trifásicos, son marca Siemens o similares, resistentes a la humedad y para uso tipo pesado.

Figura 11.
Molino de carne
En la fotografía vemos el molino de carne. Este equipo es trifásico. En éste se procesa la carne molida.

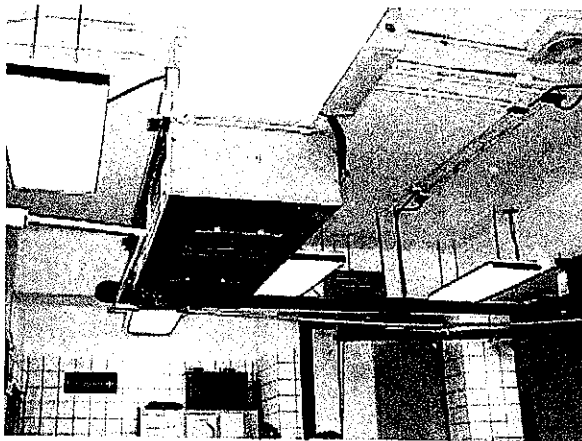
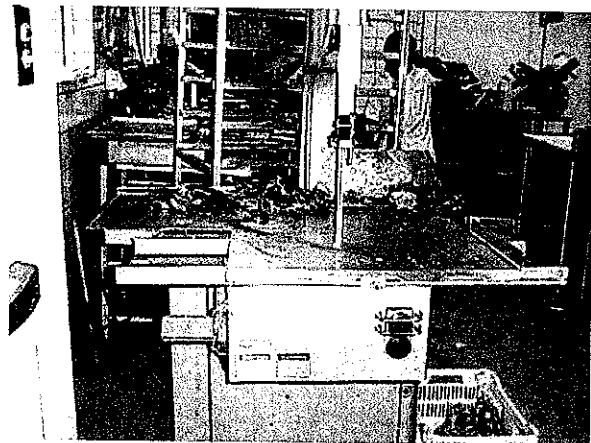


Figura 12
Evaporador
Este equipo trifásico permite que el ambiente del área de preparación de la carnicería, sea muy frío, para evitar descomposición de la carne.

Figura 13
Sierra eléctrica
La fotografía muestra la sierra eléctrica para cortar carne. Ésta permite cortar el hueso con gran rapidez.



Las cargas más comunes en el área de carnicería se muestran a continuación en la tablas de descripción de dos tableros típicos:

TABLA IV
Tablero de distribución de carnicería 1

Tablero de distribución de carnicería 1						
Empotrable, 120/208 volts, trifásico, barras de 200 amperios, 30 polos.						
Interruptor principal de 3 X 200 amperios.						
cto.	frip-on	calibre de conductor	fase A	carga fase B	fase C	observaciones
1	3 x 75	4 thwn 2	7280	7280	7280	Tablero de carnicería 2
2	1 x 20	12 thwn	640			3 unidades de iluminación
3	1 x 20	12 thwn		1520		9 unidades de iluminación
4	1 x 20	12 thwn			1000	Salida para rótulo
5	1 x 20	12 thwn	600			3 unidades de fuerza
6	1 x 20	12 thwn		600		Salida para matamoscas
7	1 x 20	12 thwn			400	Tomacorrientes de péndulo en mesa
8	1 x 20	12 thwn	400			Tomacorrientes de péndulo en mesa
9	1 x 20	12 thwn		800		4 unidades de fuerza
10	3 x 20	12 thwn	1000	1000	1000	Salida para molino
11	1 x 20	12 thwn			600	3 unidades de matamoscas
12	1 x 20	12 thwn	600			Salida para reloj y 3 tomas de fuerza
13	1 x 20	12 thwn		1000		Salida para rótulo

TABLA V

Descripción del tablero de distribución de carnicería 2

<p align="center">Tablero de distribución de carnicería 2 Empotrable, 120/208 volts, trifásico, barras de 125 amperios, 30 polos. Interruptor principal de 3 X 125 amperios.</p>						
<i>cto.</i>	<i>frip-on</i>	<i>calibre de conductor</i>	<i>fase A</i>	<i>carga fase B</i>	<i>fase C</i>	<i>observaciones</i>
1	1 X 20	12 thwn	1000			secamanos
2	1 X 20	12 thwn		1000		salidas para matamoscas
3	1 X 20	12 thwn	1000	1000	1000	sierra
4	1 X 20	12 thwn	1000	1000	1000	sierra
5	1 X 20	12 thwn	1000	1000	1000	molino de carne
6	1 X 20	12 thwn			600	3 unidades de fuerza
7	1 X 20	12 thwn	1000			secamanos
8	1 X 20	12 thwn		1000		secamanos
9	1 X 20	12 thwn			920	5 salidas de iluminación
10	1 X 20	12 thwn	800			salida para rótulo
11	1 X 20	12 thwn		800		salida para rótulo
12	1 X 20	12 thwn			800	salida para rótulo
13	1 X 20	12 thwn	736			4 lámparas 4x40 w.

2.8 Área de equipo eléctrico

Los equipos deben de colocarse de manera que tengan una ventilación adecuada. El espacio debe ser el necesario para obtener un fácil mantenimiento y control del sistema. Deben evitarse los lugares donde el polvo o el material que flote en el aire pueda deteriorarlo.

2.8.1 Cuarto de transformadores

Un supermercado estará servido por una sola acometida, como establece el manual de normas para acometidas de la E.E.G.S.A.

La ubicación de los transformadores y su correspondiente equipo de protección y maniobra, requiere una cuidadosa selección y revisión de las áreas y ambientes escogidos, ya que la falta de estudio en estos casos, corrientemente conduce a la obra a modificaciones costosas.

La selección, tanto de la subestación como su ubicación, dependen de la posición del centro de cargas, del espacio disponible y costo del equipo.

Los transformadores deben colocarse lo más cerca posible del centro de carga, y su ubicación más favorable será aquella que pueda hacer uso de equipos del tipo de subestación compacta.

Las bóvedas deben ser ubicadas donde puedan ser ventiladas sin el empleo de canales de ventilación, y que tengan un acceso directo las 24 horas del día. Las paredes y el techo de la subestación deben ser resistentes al fuego, cuando menos, por tres horas.

En las bóvedas de transformadores, debe ubicarse un drenaje para evacuar cualquier acumulación de aceite o agua.

2.8.2 Cuarto de tableros

En los cuartos de tableros, se ubican los tableros más grandes, de donde se distribuye la energía para todo el supermercado.

Ubicación del cuarto eléctrico

Su ubicación debe ser lo más cercano al banco de transformadores. El tamaño de éste debe ser de 9 m² como mínimo, para una tienda de 2,500 m².

Los cambios que se realizan sobre la marcha son causa de trastornos en los proyectos; por esta razón es recomendable elegir espacios con pocas probabilidades de variación y evitar cualquier reducción de espacio o intranferencias de arquitectura, que puedan a la larga inutilizar las provisiones hechas.

Canalizaciones en el cuarto eléctrico

Cuando se diseña una subestación eléctrica, es necesario prever reserva para las futuras necesidades eléctricas del proyecto. La distribución se diseña con canalización expuesta, y se utiliza canaleta gris o blanca.

Cuando se tienen canalizaciones, del artículo 352 del NEC. se resume que el número y calibre de los conductores no debe ser mayor que el que permita la disipación de calor y la fácil instalación y remoción de los conductores, sin producir daño a los mismos o a su aislamiento.

Cuando se utiliza canaleta, los empalmes de cables hechos y aislados adecuadamente, podrán estar en éstas, siempre que sean accesibles.

Figura 14
Medición con demandómetro y caja tipo III
Al fondo, el interruptor principal general.

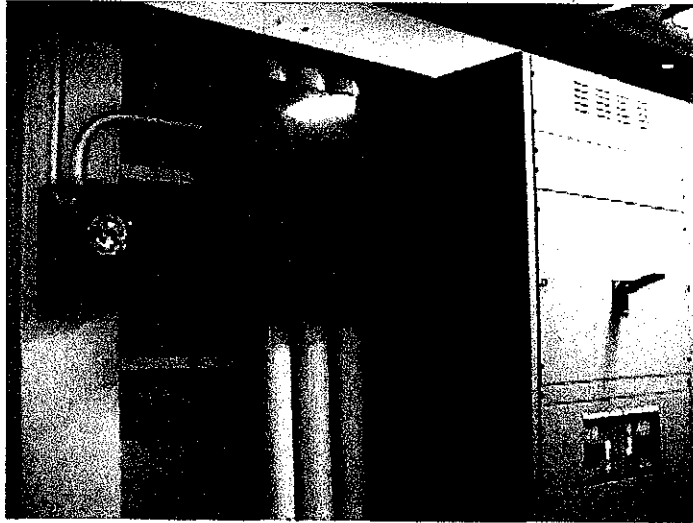
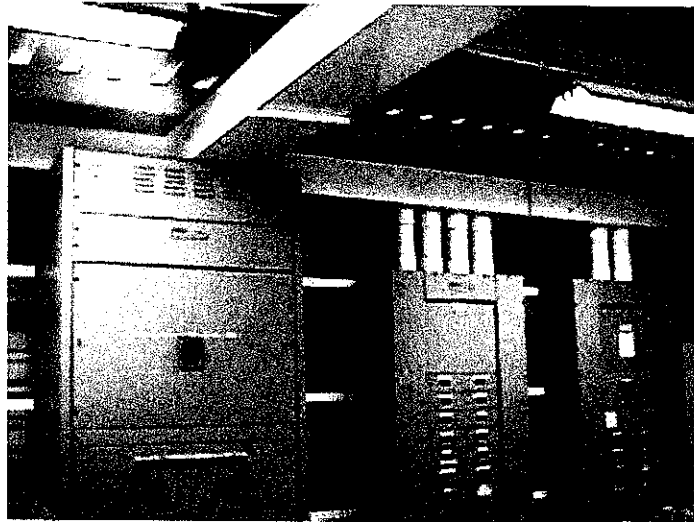


Figura 15
Tableros principales
La figura muestra los tableros de emergencia, los tableros principales de tienda y refrigeración.



Doblecetes de conductores

Es normal que en el interior de los tableros sea necesario doblar los conductores en ángulos de 360 grados. Los conductores no deben ser doblados con diámetros de menos de ocho veces su diámetro exterior.

Conductores de sistemas diferentes

Los conductores de sistemas diferentes, o alimentadores de alto y bajo voltaje, no deben colocarse en las mismas canalizaciones, y cajas de registro.

Aterrizaje de tableros

Es común diseñar la red de tierras en el cuarto de tableros y distribuirla a todo el supermercado, mediante un conductor de calibre adecuado que a su vez estará interconectado a las varillas de tierra del sistema de tierras.

2.8.3 Cuarto de planta eléctrica y transferencias

El tamaño del cuarto eléctrico depende del tamaño de la planta. Es necesario dejar un área de circulación de 80 cm. alrededor de la planta eléctrica y el espacio necesario, para ubicar la transferencia e interruptor principal. La ubicación debe ser lo más cercano al cuarto de tableros, o dentro del mismo.

Capacidad de la planta eléctrica

La planta eléctrica es elegida con una capacidad de manera, que cuando la carga instalada esté a máxima demanda, la planta esté al 80% de su capacidad en

servicio de emergencia. Es común en los supermercados existentes que las plantas eléctricas trabajen a un 50% de su capacidad, que da como resultado un desgaste de los anillos, pero con la ventaja de que el motor trabaja con baja temperatura, lo cual prolonga su vida útil y, además, es vital que la planta eléctrica arranque bajo cualquier condición de carga para que el supermercado siga operando.

Ruido de la planta eléctrica de emergencia

Es importante tomar en cuenta el ruido que provoca una planta eléctrica en funcionamiento, ya que en ocasiones provoca disgusto de los vecinos. Un ruido ensordecedor en el umbral de la sensación de dolor, se produce en 120 decibeles. El ruido producido por tráfico pesado o un supermercado con mucha actividad está aproximadamente en 70 decibeles. Una planta eléctrica en marcha provoca un ruido entre 85 a 90 decibeles.

Transferencia

Los equipos de transferencia deberán funcionar, de manera que todos los conductores sin conexión a tierra alimentados de una sola fuente estén desconectados, antes de que cualquiera de los conductores sin conexión a tierra de la segunda fuente, estén conectados.

Figura 16
Planta eléctrica

En esta figura, vemos una planta eléctrica de 300 KW en servicio de emergencia, el escape de gases calientes de la máquina y la celosía para el que salga el aire caliente del radiador.

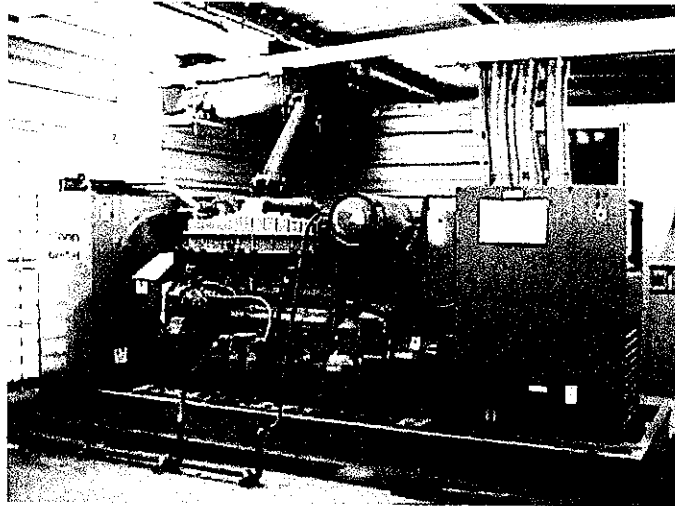
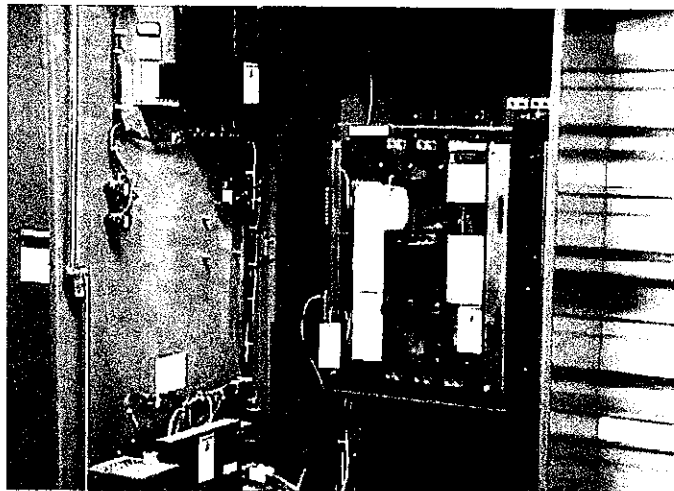


Figura 17
Transferencia automática de 800 amperios
Marca Onan, voltaje 120/208.



Puesta a tierra

Un sistema de puestas a tierra común es utilizando varillas de 8 pies por 5/8", separadas, cuando menos 6 pies e interconectadas entre ellas.

También puede utilizarse para tal propósito la estructura del inmueble, o tuberías metálicas subterráneas de agua, mediante un electrodo empotrado en concreto o con un anillo de tierra que consiste en un conductor desnudo de cobre no menor de 6 m. enterrado directamente en el suelo, a una profundidad no menor de 80 cm., y debe rodear el inmueble o estructura. Es posible usar electrodos de placa de 0.2 m² de hierro o placas de acero de un espesor mínimo de 6 mm.; para no ferrosos, serán cuando menos de 1.5 mm.

Conductores de puesta a tierra

El conductor del electrodo de tierra puede ser sólido o cableado, resistente a la corrosión, forrado o desnudo, de un solo tramo y sin empalmes ni uniones. El calibre mínimo de los conductores de puestas a tierra, para sistemas de corriente alterna, se especifica en tablas.

2.8.4 Cuarto de bombas de agua

El cuarto de bombas se encuentra normalmente un tablero de distribución y los sistemas de control de las bombas. En el cuarto de bombas, se encuentran normalmente dos bombas para distribución de agua trabajando alternadamente.

Es norma general instalar un sistema contra incendios mediante una bomba de capacidad generalmente igual o mayor que las de distribución.

Cuando se considere que el cuarto de bombas contra incendios está fuera de los inmuebles, la protección de sobrecorriente para las acometidas para bombas de incendio debe ser escogida o ajustada para poder soportar, durante un tiempo indefinido, la corriente de rotor bloqueado del motor o de los motores.

2.8.5 Área de equipo de refrigeración y aire acondicionado

En refrigeración, se agrupa todo el equipo para producción de frío, aparte del aire acondicionado, como por ejemplo cuartos fríos y equipos refrigerados. Los equipos de refrigeración de supermercados normalmente son del tipo plus, de tal manera que en un mismo equipo, se tienen varios compresores.

Para el caso de aire acondicionado, debido al tamaño de los supermercados, los equipos son del tipo chiller porque son ideales para acondicionar grandes áreas en forma económica, debido a que no necesitan redes de tuberías de cobre y ductos de gran tamaño.

La característica de este equipo es que enfría grandes cantidades de agua, la transporta por medio de tubería de hierro galvanizado o PVC de alta presión, forzando el agua a circular en serpentines de cobre, utilizando ventiladores centrífugos para el intercambio de calor. Este equipo de ventiladores y serpentines es conocido como manejadoras, a las cuales se le acoplan los ductos de suministro y retorno de aire.

Alimentadores para motores

Los conductores que alimentan un solo motor tendrán una capacidad del 125% de la corriente de plena carga del motor.

Los conductores que alimentan dos o más motores tendrán una capacidad de la suma del valor nominal de la corriente de todos los motores, más el 25% de la corriente del motor más grande.

Cuando los motores trabajen en ciclos intermitentes, o como resultado de que todos los motores no trabajen al mismo tiempo, el conductor debe ser estimado con un factor de demanda adecuado.

Todo uso de motor se considera de servicio continuo a menos que la naturaleza de los aparatos que accionan sea tal, que el motor no pueda funcionar continuamente bajo ninguna condición de uso.

Protección de alimentadores

Cuando se utilicen fusibles para protección de sobrecarga de motores, debe intercalarse un fusible en cada conductor activo.

Los dispositivos de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito ramal de un motor debe ser capaz de soportar la corriente de arranque del motor. Para el caso de los fusibles sin retardo, puede ser aumentada, pero en ningún caso puede ser mayor del 400% de la corriente del motor a plena carga.

Para fusibles con retardo de tiempo, en ningún caso será mayor del 225% de la corriente a plena carga.

Para disyuntores termomagnéticos, el ajuste de tiempo inverso puede aumentarse, pero en ningún caso excederá del 400% para corrientes de plena carga mayores de 100 amperios.

Un medio de desconexión deberá estar a la vista desde el lugar de control y uno a la vista del equipo. El interruptor tendrá una capacidad en amperios no menor del 115% de la corriente nominal de plena carga del motor.

Protección de equipos de refrigeración y aire acondicionado

Un motor de compresor hermético refrigerante debe estar provisto de una placa de características que indique el nombre del fabricante, la marca de fábrica o el símbolo, la designación de la identificación, el número de fases y frecuencia. El fabricante deberá indicar la corriente nominal en amperios del motor de compresor hermético refrigerante, en la placa de características o en la placa del equipo. La corriente de rotor bloqueado para cada motor de compresor hermético refrigerante debe aparecer en la placa de características, así como también, si tiene una protección térmica.

Equipos con varios motores

Para equipos con varios motores y carga combinada, deberá estar provisto de una placa de características visible que indique el nombre del fabricante, capacidad nominal en voltios y frecuencia nominal, el número de fases, la capacidad mínima del circuito, y el valor máximo del dispositivo de protección del circuito ramal contra cortocircuito y falla a tierra.

Los medios de desconexión que controlan una unidad sellada deben ser escogidos con base en la corriente de carga nominal indicada en la placa de características o con base en la corriente seleccionada para el circuito ramal, según la que sea mayor, y de la corriente de rotor bloqueado respectivamente.

Protección de unidades selladas

Los medios de desconexión deben ser visibles y de fácil acceso; desde el aparato de aire acondicionado o de refrigeración podrán ser instalados sobre o dentro del equipo.

La capacidad nominal o ajuste de los dispositivos para las unidades selladas individuales que protegen contra cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal para los motores de compresor hermético refrigerante deben ser capaces de transportar la corriente de arranque del motor, para lo cual se considera un dispositivo con un valor de ajuste de 175% de la corriente de carga nominal de la unidad sellada. En caso que la protección especificada no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, el valor puede ser aumentado, pero no puede ser mayor de 225% de la corriente de carga nominal del motor.

Conductores para unidades selladas

Los conductores que alimentan una o más unidades con cargas adicionales deben tener una capacidad de corriente no menor que la suma de los valores de las corrientes nominales de todas las unidades selladas, más la corriente de plena carga de los otros motores, más el 25% del valor de la corriente nominal del motor mayor o de la unidad sellada del grupo.

2.9 Área de descarga, parqueo y parada de buses

Para tuberías subterráneas de bajo voltaje en el área de parqueo, en la parada de buses o en el área de descarga de camiones con mercadería; el espesor mínimo de recubrimiento será de 60 cm. con la tubería directamente enterrada en el suelo.

El área de descarga de mercadería generalmente está a la intemperie y es iluminada con luminarias del tipo de alta descarga, o con reflectores de cuarzo. Es conveniente instalar tomacorrientes monofásicos de péndulo de tres alambres, para que los furgones que traen producto perecedero, puedan conectar su sistema de refrigeración en éstos, cuando arriban por la noche.

Para parqueos muy amplios, es común utilizar luminarias de alta presión de sodio o de haluros metálicos. La parada de buses en ocasiones es iluminada por el alumbrado público de la Empresa Eléctrica, pero de no ser así, se utilizan las mismas luminarias del parqueo, pues generalmente está adyacente a éste.

Figura 18
Manómetros y válvulas del gas refrigerante. A la izquierda vemos la tubería de cobre.

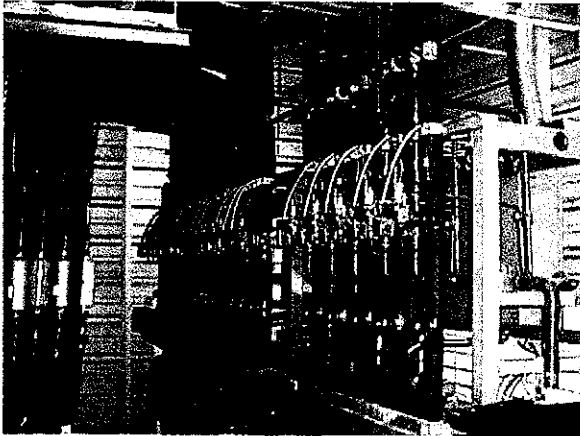


Figura 19
Sistema Plus de compresores en paralelo. Está montado en la estructura que se muestra. Abajo se ven los compresores y sus controles. A la derecha, los controles eléctricos.

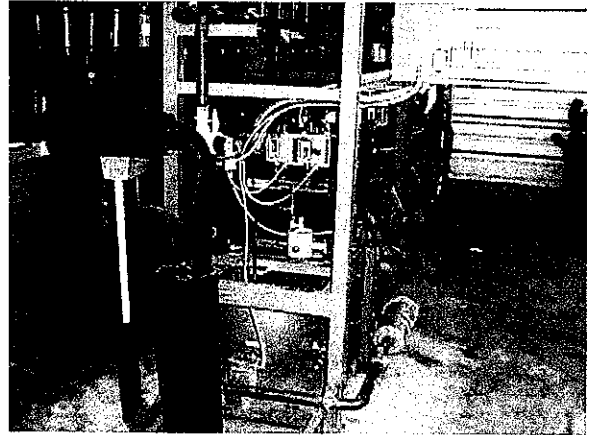


Figura 20
Los ventiladores.
La figura muestra los ventiladores de los evaporadores del gas refrigerante.

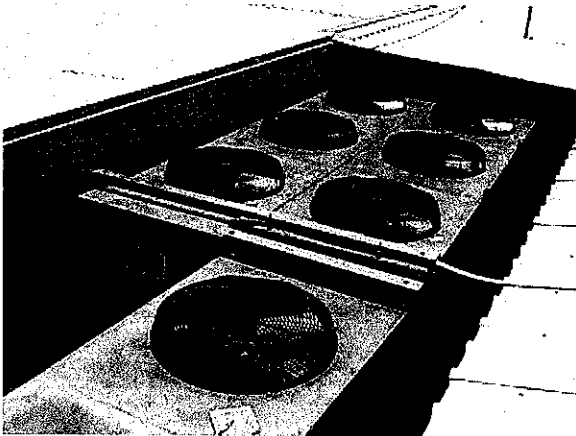
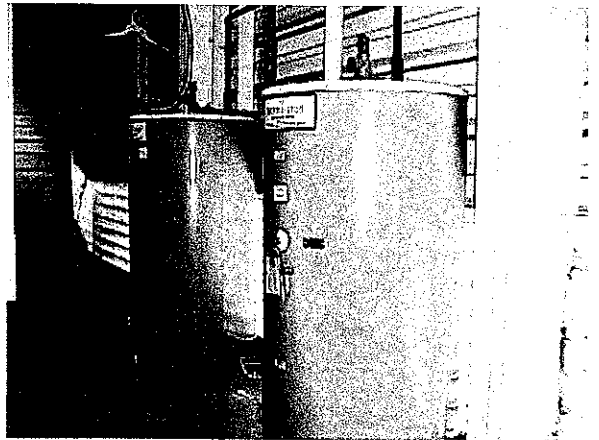


Figura 21
Calentadores del refrigerante
La figura, muestra los calentadores del refrigerante.



3. ESTUDIO TÉCNICO Y NORMALIZADO DE SISTEMAS INSTALADOS EN SUPERMERCADOS

Se hará un estudio de los sistemas eléctricos y otros sistemas que generalmente se identifican en los supermercados, para facilitar su diseño o el mantenimiento de los que están en funcionamiento, así como las normas y los cálculos especiales.

3.1 Sistema eléctrico

Se puede considerar un circuito como mal diseñado, cuando no cumple con los requisitos relativos a protección, diseño y trazado. Los efectos de los circuitos mal diseñados se pueden agrupar de acuerdo con el carácter del perjuicio que ocasionan.

a) Perjuicios económicos

Aumento del costo anual por pérdidas de energía.

Aumento del costo de mantenimiento por deterioro de parte o la totalidad del circuito.

Aumento del costo inicial por exceso de materiales a causa de recorridos excesivos, mal aprovechamiento de la canalización, así como de los accesorios, o sobredimensionamiento de los conductores.

Mayor costo de ampliaciones futuras, debido a reserva insuficiente en los circuitos.

Acortamiento de la vida en los aparatos de alumbrado por fluctuaciones del voltaje o tensiones insuficientes.

Posibles daños ocasionados a personas.

b) Mal funcionamiento de los sistemas instalados

Bajo rendimiento de los equipos por exceso de caída de tensión en los circuitos.

Menor seguridad en la continuidad del servicio eléctrico, pues las interrupciones van en perjuicio del normal desarrollo de las actividades del supermercado.

Molestias por parpadeo de luces, con la consiguiente disminución del rendimiento humano.

Dificultades en el uso de los ambientes por mala ubicación de puntos de control y salidas de alumbrado o tomacorrientes.

Limitaciones para el uso de cualquier artefacto no previsto en el proyecto original, lo que en ocasiones puede conducir a instalaciones expuestas, o a ubicaciones inadecuadas de los aparatos.

c) Malas condiciones de seguridad

Peligro de incendio por recalentamiento o cortocircuito.

Peligro para los operarios de máquinas por no haber un medio de interrupción adecuado o no estar en el lugar debido.

Peligro de conmoción por descarga eléctrica, por la no observancia de las normas de aislamiento o por canalización inadecuada de las partes activas de la instalación.

3.1.1 Diseño de elementos del sistema

El diseño de los elementos del sistema incluye los conductores y sus canalizaciones.

Para el diseño de los conductores, se analiza por las formas siguientes:

- a) Selección por capacidad de corriente
- b) Selección por caída de tensión
- c) Selección por cortocircuito
- d) Selección por caída de tensión
- e) Selección de neutros y conductores de puesta a tierra
- f) Diseño de la canalización de los conductores

3.1.1.1 Selección de conductores por capacidad de corriente

La selección del conductor, por capacidad de corriente, pretende evitar que el paso de la corriente nominal de la carga, no eleve su temperatura por encima de los valores permitidos por su aislamiento.

Los factores determinantes de la capacidad de corriente de los conductores son el tipo de aislamiento del conductor, la temperatura del ambiente, la presencia de otros conductores que transportan energía y el tipo de canalización.

La manera general de hacer la selección de los conductores es mediante el uso de tablas de capacidad de corriente, para las condiciones de temperatura ambiente, tipo de canalización, etc.

En el caso que la temperatura ambiente de determinado elemento no sea la de las tablas, deben ser aplicados los factores de corrección.

Para seleccionar un conductor por capacidad de corriente, debe tomarse en cuenta lo siguiente:

a) Número de conductores que llevan corriente colocados juntos en el mismo conducto.

b) Paso de los conductores por ambientes con diferentes temperaturas.

c) Reducción de la capacidad de conducción de los conductores, en el caso de tener espacio de reserva en las canalizaciones.

d) Corrientes de arranque grandes de algún equipo, ya que si son frecuentes, equivalen a corrientes nominales mayores.

e) Normalmente, es más económico substituir un conductor de sección muy grande por dos de menor calibre.

f) Cuando la carga está compuesta por iluminación del tipo de descarga, el neutral lleva corriente de tercer armónico por lo cual debe ser tomado en cuenta como conductor con corriente.

g) La capacidad de corriente de un conductor también depende de la posición relativa de éste, dentro de la canalización, pero es difícil de manejar en ductos cilíndricos.

3.1.1.2 Selección de conductores por caída de tensión

La selección del conductor por caída de tensión tiene por objeto dimensionarlo de manera que la caída de tensión que ocurre en el conductor, con la corriente nominal de la carga, no pase de los límites admisibles, que según el artículo 210-6 y

215-3 del NEC, establecen que la caída total máxima en la carga es del 5% y que la caída máxima en circuitos ramales y alimentadores sea de 3%.

Los factores determinantes en la caída de tensión y en el área transversal que se van a utilizar, son las siguientes:

- a. Características de la corriente de carga
- b. Longitud del conductor alimentador
- c. El tipo de ducto eléctrico y la disposición de los conductores en éste
- d. Temperatura de funcionamiento del conductor

Al alimentar una carga con un conductor seleccionado por caída de tensión, es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- a) La selección debe hacerse para las condiciones normales de funcionamiento del elemento. Si existen situaciones de funcionamiento provisional, deben estimarse las condiciones mínimas admisibles para tales casos con el objeto de obtener economía en el diseño.
- b) En caso de cargas con fuertes corrientes de arranque, debe estudiarse el efecto que tiene la caída de tensión de arranque, sobre el equipo, a fin de dimensionar el conductor adecuadamente.
- c) Es importante tener en cuenta, cuando se realiza el cálculo, la reserva que se ha asignado al conductor.
- d) Cuando la solución por caída de tensión es muy costosa, se recomienda

utilizar una de las soluciones siguientes:

- a) Usar reguladores de tensión
- b) Usar autotransformadores
- c) Usar alimentación con una tensión mayor

3.1.1.3 Selección de conductores por corto circuito

Tiene por objeto determinar la capacidad de los conductores, para soportar sin sufrir daños en sus características, las condiciones de cortocircuito durante el tiempo que éste pueda durar, de acuerdo con la protección usada.

Para facilitar el cálculo, se han desarrollado gráficas que permiten determinar la capacidad de cortocircuito simétrica, que puede soportar un conductor en función del tiempo de duración del cortocircuito.

Debido a que un cortocircuito es de gran magnitud cerca de los grandes centros de distribución, la capacidad del conductor puede resultar de costo prohibitivo, como también del interruptor, debido a la necesidad de usar alta capacidad interruptiva. Es de buen criterio considerar el punto de falla, en un punto donde la probabilidad de falla justifique el costo del conductor e interruptor.

Para seleccionar el conductor por cortocircuito, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

a) El tiempo de duración de la corriente de falla, que debe ser considerado en la selección del conductor, depende de la protección usada, por lo cual es necesario determinar antes el tipo y corriente nominal del interruptor.

b) Algunos elementos de protección indican su tiempo de apertura por medio

de curvas que dan cierto rango en el cual ésta puede ocurrir; se debe tomar como base del cálculo, la posibilidad más desfavorable.

c) Cuando los elementos de protección son del tipo limitador, o sea, con tiempo de interrupción menor a $1/4$ de ciclo, es necesario buscar un valor de corriente equivalente, mediante un cálculo de cortocircuito.

d) Si en un centro de distribución de carga, el valor del calibre del conductor es mayor por el método de cortocircuito que por caída de tensión y capacidad de corriente, es necesario estudiar la posibilidad de reducir el valor del cortocircuito, mediante el uso de dispositivos que limiten su valor.

3.1.1.4 Selección de conductores por fluctuación de voltaje

El objeto de seleccionar un conductor, por fluctuaciones en el voltaje, permite prever que las corrientes de arranque de ciertas cargas, no provoquen caídas de tensión más allá del límite permisible; este límite está dado por los valores de caída de tensión que ocasionan efectos apreciables sobre las demás cargas conectadas en el sistema.

Cuando se tienen sistemas de iluminación incandescente, debe considerarse el efecto psicológico que ocasiona, la fluctuación de la intensidad de luz, cuando hay fluctuaciones de tensión; estas variaciones en supermercados son producidas por arranques de compresores, manejadoras, bombas, ascensores, equipos de refrigeración y equipos de aire acondicionado.

Para evitar fluctuaciones de carga del alumbrado sin sobredimensionar los conductores, deben seguirse las siguientes reglas:

a) Agrupar separadamente las cargas de alumbrado de las cargas de fuerza.

b) Alimentar grandes cargas de alumbrado mediante el uso de tableros de distribución exclusivos para las mismas.

c) Separar los equipos, cuyo funcionamiento intermitente pueda producir fluctuaciones, tal es el caso de bombas, ascensores, etc.

3.1.1.5 Selección del neutro y conductor de puesta a tierra

El NEC reglamenta el dimensionamiento del neutro diciendo que debe ser diseñado para el máximo desequilibrio, que se pueda presentar con las cargas normales. De lo anterior, pueden obtenerse las consideraciones siguientes:

a) En un sistema 120/240 voltios, monofásico tres hilos, el neutral, debe tener una capacidad igual a la corriente tomada por la totalidad de la carga a 120 v. conectada entre el conductor energizado más cargado y el neutro.

b) Cuando la corriente de desequilibrio máxima en sistemas monofásicos 3 hilos o en sistemas trifásicos 4 hilos, es mayor de 200 amperios, al excedente sobre estos 200 amperios, se puede aplicar un factor de demanda del 70%.

c) La disposición anterior no es válida para cargas de alumbrado del tipo de alta descarga, debido a la corriente de tercera armónica que se produce en este equipo. Es importante recordar que el neutral del sistema de iluminación de alta descarga siempre lleva corriente, por lo que debe ser considerado en el diseño por capacidad.

d) De acuerdo con el NEC, puede usarse un neutro común para varios alimentadores, dimensionandolo para la máxima corriente de desequilibrio, siempre que los conductores estén dentro de una tubería común.

La selección del cable de tierra debe hacerse de acuerdo con las tablas y determinar todos los requisitos del sistema, de acuerdo con el artículo 250 del NEC, de las cuales pueden deducirse las consideraciones siguientes:

a) El sistema 120 voltios 2 hilos debe tener uno de los conductores puesto a tierra.

b) El sistema 120/240 voltios monofásico tres hilos debe tener su neutral puesto a tierra.

c) El sistema 120/208 voltios trifásico cuatro hilos debe funcionar con su neutral puesto a tierra.

d) Se recomienda poner a tierra los sistemas, cuya tensión máxima a tierra sea mayor a 150 v.

3.1.1.6 Diseño de la canalización de los conductores

La canalización debe dimensionarse, considerando todos los conductores que han de instalarse en el proyecto nuevo y considerar el espacio de reserva para cargas futuras.

Fuera del sistema de conducción de barras y la instalación de conductores a la vista; todos los conductores deben ir en ductos a fin de obtener la protección mecánica requerida.

Los ductos pueden ser cilíndricos, canaletas y ductos metálicos prefabricados. Los tubos cilíndricos, son los más usados. Los ductos tipo canal se utilizan cuando se requiere una gran facilidad de remoción de alambrado o cuando se desea canalizar

una gran cantidad de conductores.

Los tubos de instalaciones expuestas pueden ser colocados adosados en la pared o suspendidos del techo por medio de soportes; esta última es la más recomendada.

Para tuberías expuestas, debe tratarse hasta donde sea posible, ordenar los tubos en una sola capa.

El diseño de canalizaciones se ha tocado al detalle, recordando que cuando en la obra resulta imposible implementar cierta solución, no siempre se toman en cuenta las consecuencias que los cambios realizados, a última hora, pueden tener en el sistema proyectado.

TABLA VI
Factores de ajuste de capacidad de corriente

Número de conductores en un ducto	Porcentaje de los valores de las tablas por ajuste de la temperatura.
4 a 6	80
7 a 9	70
10 a 24	70
25 a 42	60
43 o más	50

Estos factores incluyen los efectos de una demanda de carga del 50%.

Un conductor neutro, que transporta sólo las corrientes de desequilibrio de un sistema trifásico, no se tomará en cuenta. Tampoco se considera el conductor de puesta a tierra.

Se considera el neutro de un sistema de trifásico en estrella cuando alimenta cargas de alumbrado por descarga eléctrica o sistemas de procesamiento de datos, debido a que en el neutral circulan corrientes armónicas.

TABLA VII
Volumen requerido por conductor

Calibre del conductor.	Espacio necesario dentro de la caja para cada conductor en cm ³ .
18	24.5
16	28.7
14	33
12	37
10	41
8	49
6	82

3.1.2 Sistema eléctrico para computación

En general, los requisitos que se deben cumplir en el sistema eléctrico para alimentar una red de computación, son los siguientes:

- Variación de tensión menor del 3%
- Variación máxima de frecuencia de 1 hertz
- Alimentación exclusiva para computadoras
- Mínima relación entre reactancia y resistencia

La carga total para el sistema de cómputo de un supermercado depende del sistema, pero se puede decir con buen criterio que se necesitará un KVA por cada 250 m2. para alimentar las cajas, balanzas y red de computadoras. Los equipos de procesamiento de datos deben estar aterrizados, según el artículo 545.15 del NEC.

Un sistema separado de aire acondicionado, instalado para uso en el área del equipo de procesamiento de datos, puede servir al recinto de equipos.

3.1.3 Sistema de emergencia

En cuanto al sistema de emergencia, alimenta los circuitos esenciales del supermercado, para que éste opere sin mayores dificultades.

Entre algunas de las cargas que deben incluirse en este sistema están:

- Iluminación general al 50% mínimo
- Alumbrado de vías de acceso y salida
- Sistemas de alarma contra robos e incendios

- Sistema de planta telefónica, sonido, señal de computo, tomacorrientes regulados y comunicación por radio.
- Sistema de refrigeración
- Sistema de cajas registradoras
- Ascensores

Para el caso de ascensores, debe preverse un sistema que garantice que ningún ascensor se quedará entre dos pisos, por el peligro que representa para sus pasajeros.

3.1.4 Ubicación de tableros

La ubicación de los tableros de control de distribución que tengan alguna parte viva expuesta, deben colocarse en lugares permanentemente secos, accesibles solo a personal calificado. Deben ubicarse de manera que reduzcan la probabilidad de propagar el fuego a materiales combustibles adyacentes.

Los disyuntores termomagnéticos y los fusibles, deben ser blindados o situados de forma que el personal que los manipula, no pueda quemarse o sufrir daño alguno. Cada fusible, portafusible y adaptador deberá estar marcado por una capacidad de corriente nominal.

Los disyuntores termomagnéticos deberán tener marcada su capacidad de corriente nominal de manera duradera y visible después de su instalación. Tal marcación se podrá hacer visible, removiendo el marco o la cubierta.

Cuando un disyuntor termomagnético ha de ser usado como interruptor en un circuito 120 voltios, para alumbrado fluorescente; tal interruptor deberá ser del tipo aprobado para ese uso y tendrá alguna marca indeleble que así lo indique.

3.1.5 Diagramas unifilares comunes

El sistema llamado Radial Simple es el más usado en baja tensión para supermercados. En este sistema hay una subestación principal y un tablero general con interruptor principal. Desde el tablero general, son alimentados en baja tensión los centros de carga de tienda y de refrigeración del supermercado.

Sus características principales son:

a) Es posible reducir al mínimo la capacidad del transformador, debido a que se puede aprovechar al máximo la diversidad de carga del conjunto.

b) La regulación y eficiencia del sistema, por tener que distribuir con alimentación general única, son pobres.

c) El costo de los circuitos es más alto debido a que las distancias resultan largas.

d) Una falla ocurrida en la subestación o transformador, interrumpe el servicio en todas las cargas, hasta que la falla es corregida.

e) Una falla ocurrida en cualquier alimentador interrumpe el servicio en las cargas que éste alimenta, hasta que la falla es corregida.

El diagrama unifilar mostrado al final de esta sección es de una hipertienda. A continuación, se hace una descripción de los tableros mostrados en dicho diagrama.

1. Transformador trifásico, generalmente tipo Pad Mounted, 13,200 H.V. y 120/208 L.V.
2. Tablero de distribución principal
3. Planta eléctrica de emergencia, del tipo "Grupo motor, Generador"; alimenta los servicios de emergencia del tablero de refrigeración.
4. Transferencia automática para refrigeración
5. Transferencia automática para sistema de emergencia de instalaciones de luz y fuerza de la tienda.
6. Planta eléctrica de emergencia, del tipo "Grupo Motor, Generador". Alimenta los servicios de emergencia del tablero general de la tienda.
7. Tablero general de refrigeración
8. Tablero general de tienda
9. Tablero de refrigeración 2. Los tableros 10, 11, 12, y 13 son para alimentar los cuartos fríos y los equipos de refrigeración.
14. Tablero de oficinas
15. Tablero de embutidos
16. Tablero de carnicería
17. Tablero de verduras

18. Tablero de bodega
19. Tablero de bombas
20. Tablero de panadería
21. Tablero de fuerza 1. Los tableros número 22, 23, y 24 son para fuerza de tomacorrientes de piso.
25. Tablero de fuerza normal de cajas
26. Tablero de cafetería
27. Tablero de farmacia
28. Transferencia para elegir energía de la transferencia de refrigeración, o de la transferencia de tienda.
29. Transferencia del tablero regulado, para elegir energía del UPS, o de EEGSA. Esto es necesario, cuando se hace mantenimiento al UPS, para no dejar sin energía las cajas.
30. Tablero regulado 1 generalmente es ramal de el tablero de oficinas por un lado; y por el otro también lo es del tablero de refrigeración.

Adicionalmente, se debe tener un tablero regulado en área de servicios, para alimentar las balanzas electrónicas y algunas cajas del área de carnicería, embutidos o panadería.

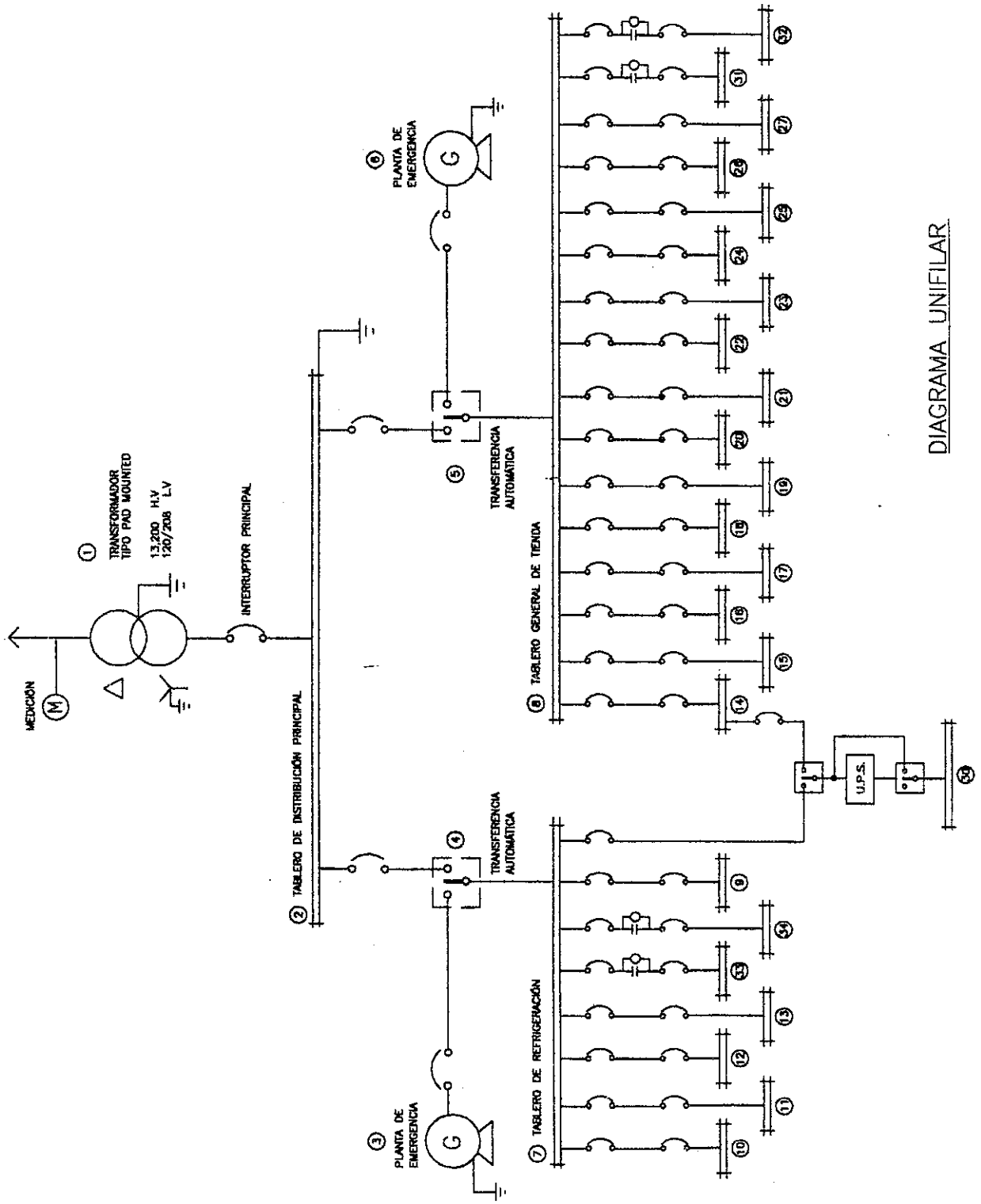


DIAGRAMA UNIFILAR

3.1.6 Estudio de pérdidas

En cualquier sistema eléctrico, existen pérdidas en todos los elementos en donde circula una corriente eléctrica; tal es el caso de conductores, lámparas, transformadores y motores en general.

3.1.6.1 Pérdidas en lámparas

Para el caso de lámparas, y motores, las pérdidas se minimizan eligiendo elementos eficientes para su compra. Es recomendable hacer una buena elección, debido a que las pérdidas mayores del sistema, se cuentan precisamente en estos elementos.

3.1.6.2 Pérdidas en transformadores

Para el caso de transformadores, tienen pérdidas en vacío y a plena carga. Generalmente, las pérdidas de los transformadores monofásicos conectados formando sistemas trifásicos son mayores que las pérdidas de los transformadores trifásicos, debido a las pérdidas mayores de flujo magnético. Para una elección económica, se requiere hacer un estudio del costo de la conexión del lado secundario del banco de transformadores, se suma al costo propio de éstos, y se le suma la diferencia de pérdidas respecto a un transformador trifásico; luego se compara con el valor de un transformador trifásico, según el método de valores presentes.

3.1.6.3 Pérdidas en conductores

Las pérdidas en los conductores deben ser estudiadas cuidadosamente,

puesto que pueden reducirse con un diseño adecuado, sin sobredimensionar los conductores.

La caída de tensión existe en cualquier conductor que transporta una corriente eléctrica y es de la forma,

$$V = I(R + jXl - jXc) \text{ voltios.}$$

Donde I es el módulo del vector de la corriente eléctrica, Xl es la reactancia inductiva y Xc es la reactancia capacitiva, mientras que j identifica la parte imaginaria del vector de voltaje.

Las pérdidas de potencia vienen dadas, según la ley de Joule,

$$P = I^2 \cdot R \text{ vatios.}$$

De esto se deduce que la potencia perdida en los conductores es proporcional a la caída de tensión en la resistencia del conductor. Como ya se vio anteriormente, los alimentadores a tableros se calculan con un 2% o menor de caída de tensión a plena carga, y los ramales con un máximo de 3% de caída de tensión, de donde se deduce que las pérdidas de potencia en los conductores, serán siempre menores al 5% de la potencia total, o como máximo, el 5% en el caso en que la reactancia inductiva sea igual a la reactancia capacitiva.

3.1.7 Estudio de fallas

Se debe proveer protección a los equipos contra fallas a tierra en las acometidas de sistemas en estrella, conectados sólidamente a tierra cuando los medios de desconexión de cada acometida tengan una capacidad de 1000 A. o

más.

El funcionamiento del sistema de protección debe ser tal, que permita que tanto equipos como conductores funcionen en forma segura bajo condiciones de cortocircuito.

El valor de la corriente es igual a

$$I_{cc} = V/(Z_f + Z_c)$$

En donde, Z_f es la impedancia de la fuente y Z_c es la impedancia de los conductores.

Los circuitos en supermercados se diseñan para una caída del 2% en alimentadores y 3% para ramales, de manera que la corriente de cortocircuito en alimentadores es del orden de 50 veces el valor de la corriente nominal de diseño por caída de tensión del alimentador, y no de la corriente que éste puede transportar.

Para analizar el problema en general, es necesario hacer algunas aproximaciones prácticas tales como:

- a) Evitar analizar los fenómenos transitorios de máquinas rotativas en donde sus impedancias internas son variables, porque la frecuencia es variable.
- b) Considerar la tensión de la fuente constante, a pesar de la alta corriente.
- c) Evitar considerar las variaciones de los parámetros de los conductores por variaciones de temperatura durante el cortocircuito.

Al excluir las aproximaciones anteriores, la corriente de cortocircuito crece, lo que incluye un factor de seguridad adicional. La corriente de los motores se suma a la corriente de cortocircuito, debido a que su inercia de rotación los convierte en generadores en el momento en que ocurre una falla.

El diseño de los elementos del sistema, debe ser hecho para la posibilidad más desfavorable. El momento en que ocurre un cortocircuito no puede ser previsto, lo que indica que en un voltaje senoidal a 60 hertz, puede ocurrir cuando el voltaje de línea es máximo o cuando es mínimo. La magnitud máxima de cortocircuito ocurre en el punto en que existe máxima asimetría, es decir, para el cortocircuito ocurrido cuando $V=0$.

La mayoría de parámetros de los elementos del sistema vienen dados en valores por unidad o porcentuales. La ventaja al usar valores unitarios es que agilizan el proceso de cálculo.

Los fundamentos del sistema se explican a continuación en forma rápida.

Una vez elegidos los valores base, en por ciento o por unidad, debe hacerse la transformación respectiva mediante el uso de las ecuaciones siguientes:

$$\text{Ohms} = \frac{\text{Voltios base}}{1.732 \times \text{Amp. base}}$$

$$\text{Valor en por unidad} = \frac{\text{Valor real}}{\text{Valor base.}}$$

Esta última ecuación cumple para corriente, voltaje, amperaje y potencia.

Los valores base utilizados, para sistemas como el mostrado en el diagrama unifilar de la página 75, son los valores de voltaje y potencia del transformador del sistema.

Una vez resueltas las corrientes de cortocircuito en cada tablero, puede seleccionarse la corriente interruptiva de los interruptores principales de cada tableros y de sus circuitos ramales.

3.2 Otros sistemas

Entre otros sistemas utilizados en supermercados, se encuentran los sistemas de señales y comunicaciones. Estos sistemas son los que hacen posible la transmisión de cualquier tipo de información.

La importancia que este conjunto de sistemas tiene para el buen funcionamiento de un supermercado, su seguridad y efectividad, hace que se haga un estudio con descripción general y normas que rigen la instalación.

3.2.1 Sistema de sonido

Un sistema de sonido puede ser diseñado con las funciones siguientes:

a) Transmisión de voz y música desde uno o varios lugares, a los diferentes departamentos de un supermercado.

b) La transmisión puede ser enviada a la totalidad de la instalación o a parte de la misma, y se selecciona el sector desde la central de sonido.

c) La transmisión puede estar compuesta por diferentes programas enviados a diferentes zonas de la instalación; se selecciona ésta mediante la central de sonido.

d) Puede tenerse señales preferenciales en el sistema, de tal forma que la señal se superponga para poder dar órdenes o indicaciones sin interrupción del programa a toda la instalación.

En las centrales de sonido, se encuentran los equipos principales del sistema, entre los que se cuentan los siguientes:

Equipos generadores de señal

Mezcladores de sonido

Preamplificador

Amplificador

Selector y atenuador de línea

Las consideraciones prácticas, que se toman en cuenta para ayudar a la buena selección y proyecto de sonido, son, entre otras, las siguientes:

a) Los sistemas deben ser de bajo nivel de ruido.

b) En la ubicación de altavoces, debe comprobarse su posibilidad de instalación práctica, para evitar problemas con ductos de aire acondicionado, vigas, niveles de techo, etc.

c) En los planos, debe indicarse en forma clara cada una de las características del sistema, a fin de definirlo con precisión al instalador o al proveedor.

3.2.2 Sistema de señal de cómputo

Un sistema común es el Kiskan de Búsqueda en que dos computadoras centrales dentro del centro de cómputo se conectan al MAU (Multiuser Accer Unit) que hace la función de multiplexor, y de éste sale una alimentación de señal independiente para cada computadora, lo cual permite que todas las computadoras sean maestras.

Los sistemas de cómputo permiten también la comunicación entre una caja registradora y una computadora. El sistema de Bus es muy usado en supermercados. En esencia, dos computadora en el centro de cómputo dan señal a un Autoshunt, simula una red y de éste se envía un cable para cada dos cajas registradoras, y da como resultado una caja maestra y una esclava, lo que significa que cuando sale una caja registradora del sistema, y ésta es caja maestra, la caja esclava sale automáticamente del sistema. La instalación tiene un costo menor que el sistema estrella en donde todas las cajas son maestras.

3.2.3 Sistema telefónico

Los usos principales del sistema en un supermercado son para entrada y salida de comunicaciones de la tienda y para comunicaciones dentro de la misma.

Generalmente un sistema telefónico grande está formado por:

- Líneas exteriores
- Central telefónica
- Red interna de teléfonos

Las normas generales y recomendaciones, para conductores calibre 22

utilizados en telefonía, son las siguientes:

a) El entubado debe determinarse mediante tablas basándose en el número de pares que llevará.

b) Es común reunir todos los pares de un piso en una regleta de conexiones, desde la cual sale un cable multipar hasta la central. En una instalación grande, los cables de esta regleta se pueden reunir en una segunda desde donde sale el cable a la central.

3.2.4 Sistema de radio y seguridad

Los sistemas de radiocomunicaciones son usados en los supermercados que pertenecen a una cadena de tiendas, principalmente para la comunicación con otras unidades cuando el teléfono no es confiable, y para la comunicación con supervisores en casos de emergencias. También son usados en la ciudad para solicitudes de mercadería entre unidades o entre tiendas y las bodegas centrales.

El sistema, en general, está formado por los siguientes elementos:

- Equipo transmisor receptor central.
- Antena.
- Equipos transmisores receptores auxiliares.

Es recomendable que los sistemas de comunicación radiofónica puedan conectarse a la central telefónica, para poder transferir llamadas radiofónicas a extensiones de teléfono dentro del edificio, principalmente en las unidades grandes.

En cuanto a los sistemas de seguridad mediante alarmas, éstos son accionados cuando no hay personal del supermercado presente, para proteger las instalaciones contra la presencia de intrusos, y así evitar posibles sabotajes o robos.

Es común la utilización de los sistemas de los siguientes tipos:

- a) Sistema fotoeléctrico
- b) Sistema ultrasónico
- c) Sistema electromecánico
- d) Sistema manual

Para los dos primeros sistemas, la existencia de movimientos o pasos, activa la alarma. Los sistemas electromecánicos detectan los cambios en la posición de determinados elementos como puertas y ventanas. Los equipos manuales son pulsadores ubicados en lugares estratégicamente, y permiten a una persona señalar un estado de alarma; por esto, es usada en áreas de cajas de bancos, no así en tiendas.

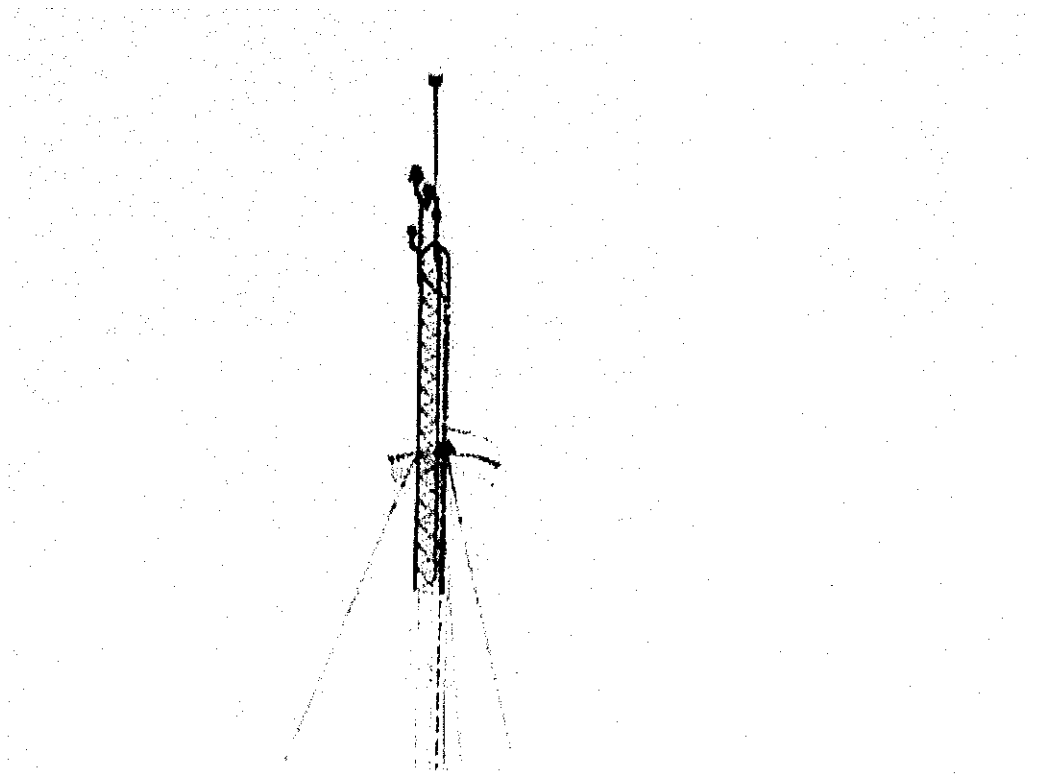
Los sistemas de alarmas deben estar conectados a los sistemas de emergencia, debido a la importancia de la seguridad en supermercados.

Al proyectar el sistema, debe dotarse de la máxima seguridad contra intentos de anulación del mismo. El sistema debe ser escogido teniendo en cuenta la precisión, facilidades de respuesta y mantenimiento del mismo.

Fig 23

Antena de radio y pararrayos piezoeléctrico

La fotografía, muestra una antena de radio, utilizada en tiendas para comunicación por radiofrecuencia. Esta antena, es de 18 metros de altura, por esta razón, fue necesario protegerla con un pararrayos Piezoeléctrico marca Siemens, del tipo Saint Elmo, catálogo SE9.



3.2.5 Sistema de refrigeración

Las distancias hasta cada equipo que necesita refrigerarse es muy importante, porque que la tubería de cobre utilizada para llevar el gas refrigerante, es de un costo elevado. En las hipertiendas que son de gran tamaño, generalmente resulta beneficioso utilizar equipos de 3 ó 4 compresores en paralelo. Se coloca un sistema para cada mitad de la tienda aproximadamente.

Toda la instalación de refrigeración se realiza de forma expuesta, aun dentro de la tienda.

Las tuberías de cobre que van dentro de la tienda, bajo el piso, se les construyen trincheras para que, en caso de fugas, puedan ser reparadas, y evitar así fugas de gas muy costosas.

A continuación, se ve una tabla de las distancias que se han logrado en hipertiendas de 8,000 m² que utilizan dos sistemas de compresores.

TABLA VIII
Equipo de compresores número 1

Equipo de compresores número uno		
No.	Equipo refrigerado	distancia en metros
1	Congelado de carnes	41
2	Cuarto congelado de carnes	64
3	Cuarto congelado de embutidos	62
4	Cuarto congelado de mariscos	26
5	Autoservicio congelado de carnes	43
6	Cuarto congelado de verduras	54
7	Autoservicio congelado de mariscos	25
8	Isla de autoservicio de congelados de carnes	50
9	Autoservicio de congelados de embutidos	43

TABLA IX
Equipo de compresores número 2

EQUIPO DE COMPRESORES		
No.	Autoservicio o equipo	distancia
1	Autoservicio de carnes	22
2	Despacho de carnes	18
3	Despacho de carnes-	19
4	Preparación de carnes	21
5	Autoservicio de carnes	22
6	Cuarto frío de carnes	30
7	Autoservicio de lácteos	45
8	Autoservicio de lácteos	38
9	Isla de quesos	49
10	Cuarto frío de lácteos	44
11	Cuarto frío de lácteos	47
12	Despacho de embutidos	52
13	Despacho de panadería	67
14	Cuarto frío de embutidos	57
15	Cuarto frío de panadería	63
16	Autoservicio de carnes	21
17	Autoservicio de verduras	35
18	Despacho de mariscos	41
19	Cuarto frío de mariscos	48
20	Despacho de mariscos	46
21	Cuarto frío de verduras	58
22	Cuarto frío de verduras	67
23	Despacho de jugos	81

La utilización de dos sistemas en paralelo, evita en grandes tiendas, el exceso tubería de cobre. Esto reduce las consecuentes pérdidas en las mismas.

4. MEDICIONES DE POTENCIA, CORRIENTES Y DEMANDA EN SUPERMERCADOS EXISTENTES

La necesidad de hacer un estudio de las corrientes y potencias utilizadas en supermercados y en consecuencia, de la demanda, aparece como consecuencia de varios factores, que se mencionan a continuación:

- a) El continuo aumento de equipos, alimentados con electricidad, que se incorporan al uso común en supermercados en todas las áreas de éste.
- b) La tendencia a proyectar sistemas de iluminación con mayores niveles de iluminación, no compensada con el mejoramiento de la eficiencia de equipos y lámparas.
- c) El continuo incremento de los niveles de iluminación recomendados por I.E.S. (Sociedad de ingenieros eléctricos de USA).
- d) Aumento de las necesidades de un supermercado por causas varias.

Estas situaciones muy comunes hacen imprescindible hacer estimaciones de carga, para proyectar sistemas que permitan estos crecimientos en forma económica y funcional.

La falta de estas previsiones hacen que muchos supermercados funcionen con sistemas eléctricos saturados o con sobrecarga, con los consiguientes riesgos que implican gastos muy elevados.

4.1 Mediciones de potencia y corrientes

La importancia de hacer mediciones de potencia y corriente en supermercados es para tener parámetros reales, con los cuales se puedan hacer estimaciones de carga rápidas para cada ambiente, antes del diseño.

El diseño final consta posiblemente de unos 35 ó 40 planos eléctricos y la información para poder desarrollarlo requiere de mucho estudio, lo que complica aun más el diseño final.

En los supermercados de hace 20 años, se tenía un aumento de carga de 100% en 10 años. En la actualidad, puede preverse un aumento de carga de 50% en 15 años, debido a la especialización en el ramo.

Se realizó un estudio al Hiper Paiz Roosevelt, a la tienda Paiz Pradera, a Hiper Paiz Metronorte, y a Megacentro. A continuación, se darán a conocer las mediciones realizadas en el Hipermercado Roosevelt, en algunos de sus tableros, por que es un supermercado moderno con instalaciones nuevas.

Las mediciones muestran datos muy importantes. Después de hacer una comparación entre diferentes datos sobre corrientes y potencias en supermercados en la capital, se ha notado que potencia y área, están relacionadas casi en forma lineal.

4.2 Cálculo de acometidas utilizando las mediciones realizadas a los tableros

Las mediciones realizadas en los tableros pueden servir de mucho, puesto

que se puede tener una estimación más exacta del comportamiento de la carga, con lo cual, se podrá hacer una mejor estimación de las subacometidas, apegadas al consumo verdadero. Debido al desconocimiento del comportamiento de la carga, se consideraron altos factores de demanda, cuando se calcularon las subacometidas.

4.2.1 Cálculo de la acometida para el tablero principal de la tienda

A continuación, se describe la acometida realizada al tablero principal de la Hipertienda Paiz Roosevelt; se ha calculado con un factor de demanda estimado, sin poseer mediciones reales para calcularlo con exactitud.

El tablero principal de tienda está muy cercano al banco de transformadores, por ser el primer tablero al que se alimenta, (véase el diagrama unifilar); por esta razón, se espera que el conductor, aunque es muy corto, tenga un costo significativo, por ser de gran calibre y que sea elegido por cálculo de corriente.

La acometida al tablero principal de la tienda, calculada mediante un factor de demanda estimado sin tener mediciones previas, es la siguiente:

5 conductores calibre 500 MCM THWN por fase, con ampacidad de 430 amperios por conductor, lo cual da un total de 2,150 amperios. Su sección transversal es de 254.0 mm² por conductor; en cinco conductores, da un total de 1,270 mm² de sección transversal.

5 conductores calibre 350 MCM THWN para 350 amperios por conductor, que da un total de 1,750 amperios. La sección transversal es de 78.0 mm² por

conductor para un total de 390 mm² para neutral.

1 conductor calibre 350 MCM desnudo para tierra.

Longitud de la acometida: 22 mts.

Utilizando las mediciones realizadas al tablero principal de la tienda, se diseñará una acometida de acuerdo con las necesidades reales.

De las mediciones realizadas al tablero principal de tienda descritas anteriormente, se obtienen los datos siguientes:

Corrientes máximas: (ocurridas a las 18 y 19 horas)

I_a = 1,152 amperios.

I_b = 1,219 amperios.

I_c = 1,210 amperios.

Potencia máxima: 420 Kw.

Voltaje: 120 / 208 volts.

La corriente más alta de las tres fases, es de 1,219 amperios.

La carga es máxima, cuando la corriente es de 1,219 amperios, ocurrida en la fase B, a 18 y 19 horas, donde la potencia medida para esta fase es de 144 KW. Usando la acometida al 80% de su capacidad, para dejar el resto como rango de seguridad, según el NEC y un crecimiento en diez años del 25%, se obtiene lo siguiente:

$$1,219 / 0.8 = 1,523.75 \text{ amperios por fase.}$$

$$1,523.75 \text{ amp.} * 1.25 = 1,904.7 \text{ amperios.}$$

El cálculo del neutral, se estima al 70% según el NEC.

$$1,904.7 * 0.7 = 1,333.3 \text{ amperios para neutral.}$$

Utilizando el sistema de cálculo de corriente, da como resultado:

a) Cinco conductores THWN calibre 500 MCM (ampacidad de 430 amperios por conductor) por fase, para un total de 2,150 amperios.

b) Cinco conductores THWN calibre 350 MCM (ampacidad de 350 amperios por conductor), para neutral al 70%.

c) Un conductor calibre 350 MCM desnudo para tierra.

El cálculo de la acometida mediante la caída de tensión, al 2%, según recomienda el NEC, no es necesario, debido a que la distancia desde el transformador al tablero principal de la tienda, es muy pequeña, (22 metros), lo que hace innecesario revisar la caída de tensión.

De lo anterior, se concluye que la acometida realizada al tablero principal de la tienda, es correcta.

TABLA X
Lectura en el tablero principal de tienda

Hora	Ia	Ib	Ic	Van	Vbn	Vcn	FPa	FPb	FPc	Pa	Pb	Pc	Ptot.
8	509	596	543	126	125	125	94	95	96	60	70	65	196
9	594	678	669	125	124	123	94	95	97	70	80	80	229
10	589	622	694	124	123	122	94	95	97	69	73	82	223
11	582	693	658	124	124	122	95	95	97	69	82	78	228
12	601	723	673	124	124	123	95	95	96	70	85	79	235
13	588	722	683	124	123	123	94	94	97	69	83	81	233
14	556	669	654	125	124	124	94	95	97	65	78	79	222
15	573	684	681	125	124	124	94	95	97	67	81	81	229
16	606	680	688	125	124	124	94	96	97	71	81	82	234
17	997	1073	1075	124	123	123	95	96	97	117	126	128	370
18	1139	1219	1209	123	122	122	95	95	96	132	141	142	415
19	1152	1219	1210	124	124	122	94	95	97	134	144	143	420
20	1062	1158	1160	125	124	123	93	94	96	124	135	137	396
21	871	976	930	126	125	123	91	94	94	99	114	108	321
22	587	683	628	126	126	124	91	93	94	67	80	73	220
23	580	686	632	126	126	125	90	93	93	65	80	73	219
24	562	667	616	126	126	125	90	93	93	64	78	71	213
1	575	686	627	126	125	124	90	93	93	65	79	72	216
2	567	669	614	126	126	124	89	93	92	64	78	70	212
3	564	665	604	126	125	125	90	92	92	64	76	70	210
4	555	655	597	125	125	125	89	92	92	62	75	69	206
5	547	651	586	125	125	125	90	92	93	61	75	68	204
6	520	633	552	127	126	125	90	93	93	59	74	64	197
7	451	568	523	126	125	125	91	94	94	52	66	61	180
8	509	596	543	126	125	125	93	95	96	59	71	65	195

Lectura continua durante 24 horas, realizada en noviembre de 1,998
 Los datos más importantes de esta medición son los siguientes:
 La corriente máxima, es $I_c = 1,210$ amperios. (Ocurrida a las 19 horas)
 La potencia máxima de fase es $P_b = 144$ KW.
 La potencia máxima trifásica es $P = 420$ KW.

4.2.2 Cálculo de la subacometida para el tablero general de la tienda

El tablero principal de tienda está muy cercano al tablero principal de la tienda y al banco de transformadores, debido que se encuentra dentro del cuarto eléctrico, junto al tablero principal de la tienda, (véase el diagrama unifilar y la planta de la subestación); por esta razón, se espera que el conductor, aunque es muy corto, tenga un costo significativo.

El tablero general de la tienda tiene barras de 1,000 Amperios, con interruptor de 3 x 1,000 amperios.

La subacometida al tablero principal de la tienda, calculada mediante un factor de demanda estimado sin tener mediciones previas, es la siguiente:

3 conductores calibre 350 MCM THWN por fase, con ampacidad de 350 amperios por conductor, da un total de 1,050 amperios. Su sección transversal es de 178.0 mm² por conductor. En tres conductores dan un total de 534 mm² de sección transversal.

3 conductores calibre 250 MCM THWN para 290 amperios por conductor dan un total de 870 amperios. La sección transversal es de 127.0 mm² por conductor para un total de 381 mm² para neutral.

1 conductores calibre 1/0 MCM desnudo para tierra.

Longitud de la acometida: 18 mts.

De las mediciones realizadas al tablero general de la tienda descritas en este capítulo, se obtienen los datos siguientes:

Corrientes máximas: (ocurridas a las 18 horas)

$I_a = 512$ amperios.

$I_b = 524$ amperios.

$I_c = 526$ amperios.

Potencia máxima: 190 Kw.

Voltaje: 120 / 208 volts.

La corriente más alta de las tres fases, es $I_c = 526$ amperios.

La carga es máxima cuando la corriente es de 526 amperios, ocurrida en la fase C, a 18 horas, donde la potencia medida para esta fase es de 64 KW. Al usar la acometida al 80% de su capacidad, se deja el resto como rango de seguridad, según recomienda el NEC y un crecimiento en diez años del 25%, se obtiene lo siguiente:

$$526 / 0.8 = 657.5 \text{ amperios por fase.}$$

$$657.5 \text{ amp.} * 1.25 = 821.9 \text{ amperios.}$$

El cálculo del neutral estimado al 70%, según recomienda el NEC, es:

$$821.9 * 0.7 = 575.3 \text{ amperios para neutral.}$$

Según los cálculos anteriores, en donde se utilizaron las mediciones realizadas al tablero general de la tienda, el alimentador de dicho tablero debe ser:

Tres conductores THWN calibre 250 MCM (ampacidad de 290 amperios por conductor) por fase, para un total de 870 amperios.

TABLA XI
Lectura en el tablero general de tienda

Hora	Ia	Ib	Ic	Van	Vbn	Vcn	FPa	FPb	FPc	Pa	Pb	Pc	Ptot.
8	185	195	176	126	125	125	99	98	99	23	24	22	69
9	243	255	269	125	124	123	98	99	100	30	31	33	94
10	190	152	246	124	123	122	99	100	100	23	19	30	72
11	192	235	218	124	124	122	100	100	100	24	29	27	80
12	198	247	220	124	124	123	100	100	99	25	31	27	82
13	185	251	228	124	123	123	99	99	100	23	31	28	81
14	184	227	228	125	124	124	98	99	100	23	28	28	79
15	190	231	246	125	124	124	99	100	100	24	29	31	83
16	223	229	249	125	124	124	99	100	100	28	28	31	87
17	369	386	390	124	123	123	100	100	99	46	47	47	141
18	512	524	526	123	122	122	100	99	99	63	63	64	190
19	514	513	511	124	124	122	98	99	100	62	63	62	188
20	456	479	486	125	124	123	98	98	99	56	58	59	173
21	338	353	350	126	125	123	97	98	98	41	43	42	127
22	296	303	294	126	126	124	98	97	98	37	37	36	109
23	280	295	284	126	126	125	97	98	97	34	36	34	105
24	273	290	282	126	126	125	98	97	97	34	35	34	103
1	273	290	281	126	125	124	97	96	97	33	35	34	102
2	269	280	271	126	126	124	96	97	96	33	34	32	99
3	266	274	261	126	125	125	97	96	96	33	33	31	97
4	264	275	260	125	125	125	96	96	96	32	33	31	96
5	258	276	252	125	125	125	96	95	96	31	33	30	94
6	249	276	236	127	126	125	96	96	97	30	33	29	92
7	175	201	190	126	125	125	98	98	97	22	25	23	69
8	185	195	176	126	125	125	97	99	98	23	24	22	68

Lectura continua durante 24 horas, realizada en noviembre de 1,998.

Los datos más importantes de esta medición son los siguientes:

La corriente máxima, es Ia = 514 amperios.

La potencia máxima de fase es Pb= 63 KW.

La potencia máxima trifásica es P= 188 KW.

Tres conductores THWN calibre 2/0 MCM (ampacidad de 195 amperios por conductor) para neutral.

Un conductor calibre 1/0 desnudo para tierra.

De lo anterior, se concluye que la acometida realizada al tablero general de la tienda, está sobredimensionada.

4.2.3 Cálculo de la subacometida para tablero de refrigeración uno

El tablero de refrigeración uno es una subacometida de gran tamaño y de pequeña longitud.

El tablero de refrigeración uno está muy cercano al tablero principal de la tienda y al banco de transformadores, debido que se encuentra dentro del mismo cuarto eléctrico; por esta razón, se considera que basta con el cálculo por corriente, para poder especificarlo. Se espera que el conductor, aunque es muy corto, tenga un costo significativo.

El tablero de refrigeración uno tiene barras de 1,000 Amperios, protegido con un interruptor de 3 x 1000 amperios en el tablero principal de tienda. La subacometida al tablero de refrigeración uno, calculada mediante un factor de demanda estimado sin tener mediciones previas, es la siguiente:

a) 3 conductores calibre 350 MCM THWN por fase, con ampacidad de 350 amperios por conductor, lo cual da un total de 1.050 amperios. Su sección transversal es de 178.0 mm² por conductor. En tres conductores, da un total de 534 mm² de sección transversal.

b) 3 conductores calibre 250 MCM THWN para 290 amperios por conductor da un total de 870 amperios. La sección transversal es de 127.0 mm^2 por conductor, para un total de 381 mm^2 para neutral.

1 conductores calibre 1/0 MCM desnudo para tierra.
Longitud de la acometida: 18 mts.

De las mediciones realizadas al tablero de refrigeración uno descritas en este capítulo, se obtienen los datos siguientes:

Corrientes máximas: (ocurridas a las 19 horas)

$I_a = 649$ amperios.

$I_b = 718$ amperios.

$I_c = 712$ amperios.

Potencia máxima: 229 Kw.

Voltaje: 120 / 208 volts.

La corriente más alta de las tres fases, es $I_b = 718$ amperios.

La potencia medida para esta fase es de 80 KW. Usando la acometida al 80% de su capacidad y el resto como rango de seguridad, según recomienda el NEC y un crecimiento en diez años del 25%, se obtiene lo siguiente:

$$718 / 0.8 = 897.5 \text{ amperios por fase.}$$

$$897.5 \text{ amp.} * 1.25 = 1,121.8 \text{ amperios.}$$

El cálculo del neutral, estimado al 70%, según recomienda el NEC, es:

TABLA XII
Lectura en el tablero de refrigeración 1

Hora	Ia	Ib	Ic	Van	Vbn	Vcn	FPa	FPb	FPc	Pa	Pb	Pc	Ptot.
8	328.9	407.1	372.6	123	122	121	88	91	93	36	45	42	123
9	356.5	430.1	407.1	123	122	121	90	91	94	39	48	46	134
10	404.8	476.1	455.4	122	122	121	89	90	93	44	52	51	147
11	395.6	464.6	446.2	122	121	120	90	90	94	43	51	50	144
12	409.4	483	460	123	123	122	89	89	93	45	53	52	150
13	409.4	478.4	462.3	122	121	120	89	89	93	44	52	52	148
14	377.2	448.5	432.4	123	122	121	89	90	94	41	49	49	140
15	388.7	460	441.6	122	121	120	89	90	93	42	50	49	142
16	388.7	457.7	446.2	123	123	122	89	91	93	43	51	51	144
17	637.9	698	695.4	123	122	122	89	91	94	70	77	80	227
18	639	706.9	695.4	122	121	121	89	91	93	69	78	78	225
19	649.4	718.4	711.5	121	120	120	89	91	94	70	78	80	229
20	617.2	690.8	686.2	122	122	121	88	90	93	66	76	77	219
21	541.3	633.3	589.6	124	123	123	84	89	90	56	69	65	191
22	296.7	386.4	340.4	124	123	123	83	89	89	31	42	37	110
23	305.9	397.9	354.2	125	124	124	82	88	89	31	43	39	114
0	294.4	384.1	340.4	126	125	125	82	89	88	30	43	37	111
1	308.2	402.5	351.9	125	125	124	82	89	89	32	45	39	115
2	303.6	395.6	349.6	126	125	125	82	89	88	31	44	38	114
3	303.6	397.9	349.6	126	126	126	82	88	88	31	44	39	114
4	296.7	386.4	342.7	126	125	125	82	88	88	31	43	38	111
5	294.4	381.8	340.4	124	123	123	83	89	89	30	42	37	109
6	276	363.4	322	125	124	124	83	89	89	29	40	36	104
7	280.6	372.6	338.1	124	123	122	84	89	91	29	41	38	108
8	328.9	407.1	372.6	123	122	121	88	91	93	36	45	42	123

Lectura continua durante 24 horas, realizada en noviembre de 1,998.

Los datos más importantes de esta medición son los siguientes:

La corriente máxima, es Ib = 718 amperios.

La potencia máxima de fase es Pc= 80 KW.

La potencia máxima trifásica es P= 229 KW.

$821.9 * 0.7 = 785.3$ amperios para neutral.

Según los cálculos anteriores, en donde se utilizaron las mediciones realizadas al tablero general de la tienda, el alimentador de dicho tablero debe ser:

- a) Tres conductores THWN calibre 500 MCM (ampacidad de 430 amperios por conductor) por fase, para un total de 1,290 amperios.
- b) Tres conductores THWN calibre 250 MCM (ampacidad de 290 amperios por conductor) para neutral.
- c) Un conductor calibre 2/0 desnudo para tierra.

De lo anterior, se concluye que la acometida realizada al tablero general de la tienda, está subdimensionada.

4.2.4 Cálculo de la subacometida para tablero de refrigeración dos

Se ha escogido el tablero de refrigeración dos, porque es una subacometida de gran tamaño y de longitud media.

La subacometida de refrigeración, calculada mediante un factor de demanda estimado, es la siguiente:

3 conductores calibre 500 MCM THWN para 430 amperios y de 254.0 mm^2
1 conductor calibre 350 MCM THWN para 350 amperios y de 178.0 mm^2
para neutra, y 1 conductor calibre 1/0 desnudo para tierra.

TABLA XIII
Lectura en el tablero de refrigeración 2

Hora	Ia	Ib	Ic	Van	Vbn	Vcn	FPa	FPb	FPc	Pa	Pb	Pc	Ptot.
8	143	177	162	123	122	121	88	91	93	15	20	18	53
9	155	187	177	123	122	121	90	91	94	17	21	20	58
10	176	207	198	122	122	121	89	90	93	19	23	22	64
11	172	202	194	122	121	120	90	90	94	19	22	22	63
12	178	210	200	123	123	122	89	89	93	19	23	23	65
13	178	208	201	122	121	120	89	89	93	19	22	22	64
14	164	195	188	123	122	121	89	90	94	18	21	21	61
15	169	200	192	122	121	120	89	90	93	18	22	21	62
16	169	199	194	123	123	122	89	91	93	19	22	22	63
17	173	205	198	123	122	122	89	91	94	19	23	23	64
18	171	203	198	122	121	121	89	91	93	19	22	22	63
19	178	208	205	121	120	120	89	91	94	19	23	23	65
20	164	196	194	122	122	121	88	90	93	18	22	22	61
21	131	171	152	124	123	123	84	89	90	14	19	17	49
22	129	168	148	124	123	123	83	89	89	13	18	16	48
23	133	173	154	125	124	124	82	88	89	14	19	17	50
0	128	167	148	126	125	125	82	89	88	13	19	16	48
1	134	175	153	125	125	124	82	89	89	14	19	17	50
2	132	172	152	126	125	125	82	89	88	14	19	17	49
3	132	173	152	126	126	126	82	88	88	14	19	17	50
4	129	168	149	126	125	125	82	88	88	13	18	16	48
5	128	166	148	124	123	123	83	89	89	13	18	16	48
6	120	158	140	125	124	124	83	89	89	12	17	15	45
7	122	162	147	124	123	122	84	89	91	13	18	16	47
8	143	177	162	123	122	121	88	91	93	15	20	18	53

Lectura continua durante 24 horas, realizada en noviembre de 1,998.

Los datos más importantes de esta medición son los siguientes:

La corriente máxima, es Ib = 208 amperios.

La potencia máxima de fase es Pb = 23 KW.

La potencia máxima trifásica es P= 65 KW.

Longitud de la acometida: 70 mts.

Utilizando las mediciones realizadas, se diseñará una acometida de acuerdo con las necesidades reales.

De las mediciones realizadas a la panadería, descritas en el Capítulo 4, se obtienen los datos siguientes:

Corrientes máximas: (ocurridas a las 12 horas y a las 19 horas)

$I_a = 178$ amperios.

$I_b = 208$ amperios.

$I_c = 205$ amperios.

Potencia máxima: 65 Kw.

Voltaje: 120 / 208 volts.

La corriente más alta de las tres fases es de 208 amperios.

Considerando que la carga es máxima cuando la corriente es de 208 amperios, con un factor de seguridad, según el NEC del 20% y un crecimiento en diez años del 25%, se obtiene lo siguiente:

$$208 \text{ amp.} * 1.25 = 260.00 \text{ amperios}$$

$$260.00 / 0.8 = 325.00 \text{ amperios}$$

Por cálculo de corriente, da como resultado:

Un conductor THWN calibre 350 MCM por fase

Un conductor THWN calibre 4/0 para neutral al 70%

Un conductor calibre 1/0 desnudo para tierra.

Por cálculo de caída de tensión, al 2%, según el NEC, resulta lo siguiente:

La corriente que se va a utilizar es (incluye el factor de crecimiento): $208 * 1.25 = 260$ amperios.

$$0.02 * 208 = 1.732 * 80 * 260.00 / (57 * A)$$

$$A = 1.732 * 80 * 260 / (0.02 * 208 * 57) = 151.93 \text{ mm}^2.$$

Para $A = 151.93 \text{ mm}^2$, debe utilizarse el conductor calibre número 350 MCM (178.0 mm^2).

La acometida debió ser la siguiente:

1 conductor calibre 350 MCM por fase.

1 conductor calibre 4/0 (al 70% según el NEC) para neutro.

1 conductor calibre 2 para tierra.

Es posible hacer estos cálculos para cada acometida, cuya medición aparece en las tablas de este capítulo para sacar conclusiones.

4.2.5 Cálculo de la subacometida para tablero de panadería

A continuación, se describe la subacometida realizada a la panadería de la Hipertienda Paiz Roosevelt, la cual se calculó con un factor de demanda.

3 conductores calibre 1/0 THWN para 170 amperios y de 53.48 mm^2

1 conductor calibre 2 THWN para 130 amperios y de 33.63 mm² para neutral.

1 conductor calibre 6 desnudo para tierra.

Longitud de la acometida: 80 mts.

Utilizando las mediciones realizadas, se diseñara una acometida según las necesidades reales.

De las mediciones realizadas a la panadería, descritas en el Capítulo 4, se obtienen los datos siguientes:

Corrientes máximas: (ocurridas a las 9 de la mañana)

I_a = 39 amperios.

I_b = 45 amperios.

I_c = 35 amperios.

Potencia máxima: 13 Kw.

Voltaje: 120 / 208 volts.

La fase B está más cargada que las otras dos fases.

Considerando la carga máxima de 45 amperios, con un factor de seguridad, según el NEC del 20% y un crecimiento en diez años del 25%, se obtiene lo siguiente:

$$45 \text{ amps.} * 1.25 = 56.25 \text{ amperios.}$$

$$56.25 / 0.8 = 70.31 \text{ amperios.}$$

TABLA XIV
Medición en el tablero de Panadería

Hora	Ia	Ib	Ic	Van	Vbn	Vcn	FPa	FPb	FPc	Pa	Pb	Pc	Ptot.
11	30	39	31	123	122	121	89	97	96	3	5	4	12
12	30	39	30	124	123	122	83	98	99	3	5	4	11
13	32	40	34	123	123	122	84	97	99	3	5	4	12
14	33	40	30	123	122	121	83	98	99	3	5	4	12
15	32	39	26	123	124	121	80	99	98	3	5	3	11
16	22	29	22	124	123	123	79	100	97	2	4	3	8
17	20	24	20	123	122	122	81	100	97	2	3	2	7
18	24	30	22	122	122	121	81	99	97	2	4	3	9
19	23	33	24	123	122	122	82	97	99	2	4	3	9
20	25	31	22	123	124	122	82	97	98	3	4	3	9
21	14	20	13	124	125	123	93	99	97	2	2	2	6
22	0	0	0	125	124	124	100	100	100	0	0	0	0
23	0	0	0	125	125	124	100	100	100	0	0	0	0
0	0	0	0	125	125	124	100	100	100	0	0	0	0
1	0	0	0	125	125	124	100	100	100	0	0	0	0
2	0	0	0	126	124	125	100	100	100	0	0	0	0
3	0	0	0	125	124	124	100	100	100	0	0	0	0
4	0	0	0	125	123	124	100	100	100	0	0	0	0
5	0	0	0	124	125	123	100	100	100	0	0	0	0
6	0	0	0	126	125	125	100	100	100	0	0	0	0
7	30	37	31	124	124	122	85	99	86	3	5	3	11
8	39	43	34	124	122	123	82	95	99	4	5	4	13
9	39	45	35	123	123	121	81	94	100	4	5	4	13
10	33	39	32	124	123	122	86	98	97	4	5	4	12

Lectura continua durante 24 horas, realizada en noviembre de 1,998.
 Los datos más importantes de esta medición son los siguientes:
 La corriente máxima, es Ib = 45 amperios. (ocurrída a las 9 A.M)
 La potencia máxima de fase es Pb= 5 KW.
 La potencia máxima trifásica es P= 13 KW.

Por cálculo de corriente, nos da como resultado:

Un conductor THWN calibre 6 por fase

Un conductor THWN calibre 8 para neutral y calibre 8 desnudo para tierra.

Por cálculo de caída de tensión, al 2% según el NEC, resulta lo siguiente:

La corriente a utilizar es: $45 * 1.25 = 56.25$ amperios.

$$0.02 * 208 = 1.732 * 80 * 56.25 / (57 * A)$$

$$A = 1.732 * 80 * 56.25 / (0.02 * 208 * 57) = 32.87 \text{ mm}^2.$$

Para $A = 32.87 \text{ mm}^2$, debe utilizarse el conductor calibre número 2 de 33.63 mm^2 .

La acometida debió ser la siguiente:

3 conductores calibre 2 para las fases.

1 conductor calibre 4 para neutro.

1 conductor calibre 8 para tierra.

4.2.6 Cálculo de la subacometida para tablero de oficinas

El tablero de oficinas está muy lejos del tablero general de la tienda; por esta razón, se espera que el conductor sea elegido por caída de tensión, además, la acometida es de gran tamaño, lo cual indica que su costo es importante.

La subacometida de oficinas, calculada mediante un factor de demanda estimado, es la siguiente:

3 conductores calibre 250 MCM THWN para 290 amperios y de 127.0 mm² de sección transversal.

1 conductor calibre 4/0 THWN para 260 amperios y de 107.2 mm² para neutral.

1 conductor calibre 2 desnudo para tierra.

Longitud de la acometida: 140 mts.

Utilizando las mediciones realizadas, se diseñará una acometida según las necesidades reales.

De las mediciones realizadas al tablero de oficinas descritas anteriormente, se obtienen los datos siguientes:

Corrientes máximas: (ocurridas a las 12 horas)

I_a = 124 amperios.

I_b = 96 amperios.

I_c = 108 amperios.

Potencia máxima: 40 Kw.

Voltaje: 120 / 208 volts.

La corriente más alta de las tres fases es de 124 amperios.

La carga es máxima, cuando la corriente es de 124 amperios, ocurrida en la fase A, a las 12 horas, donde la potencia medida es de 15 KW. Usando un factor de seguridad, según el NEC del 20% y un crecimiento en diez años del 25%, se obtiene lo siguiente:

$$124 \text{ amp.} * 1.25 = 155.00 \text{ amperios.}$$

$$155.00 / 0.8 = 193.75 \text{ amperios por fase.}$$

El cálculo del neutral, estimándolo al 70%, según recomienda el NEC.

$$193.75 * 0.7 = 135.63 \text{ amperios para neutral.}$$

Utilizando el sistema de cálculo de corriente, da como resultado:

Un conductor THWN calibre 2/0 (ampacidad de 195) por fase

Un conductor THWN calibre 1/0 (ampacidad de 170) para neutral al 70%

Un conductor calibre 1/0 desnudo para tierra.

Por cálculo de caída de tensión, al 2%, según el NEC, resulta lo siguiente:

La corriente que se va a utilizar es (incluye solo el factor de crecimiento): $124 * 1.25 = 155$ amperios.

Como el voltaje trifásico es $V = 1.732 * I * R$, donde R se calcula, según la longitud del conductor, se tiene que:

$$0.02 * 208 = 1.732 * 140 * 155.00 / (57 * A)$$

$$A = 1.732 * 140 * 155 / (0.02 * 208 * 57) = 158.50 \text{ mm}^2.$$

Para $A = 158.50 \text{ mm}^2$, debe utilizarse el conductor calibre número 350 MCM (178.0 mm^2).

La acometida de oficinas debió ser la siguiente:

1 conductor calibre 350 MCM por fase.

TABLA XV
Medición en tablero general de oficinas

Hora	Ia	Ib	Ic	Van	Vbn	Vcn	Fpa	Fpb	Fpc	Pa	Pb	Pc	Ptot.
11	112	93	95	122	121	120	100	99	100	14	11	11	36
12	124	96	108	124	123	122	99	99	100	15	12	13	40
13	111	92	105	123	122	121	99	99	100	14	11	13	37
14	101	89	91	123	122	121	100	99	100	12	11	11	34
15	98	81	109	124	123	122	100	99	100	12	10	13	35
16	115	85	102	124	123	122	100	99	100	14	10	12	37
17	116	91	97	124	124	123	100	99	100	14	11	12	37
18	109	90	87	122	122	121	100	99	100	13	11	11	35
19	97	81	84	121	120	120	100	99	100	12	10	10	31
20	96	80	89	124	123	122	98	98	100	12	10	11	32
21	84	72	83	125	124	123	98	97	100	10	9	10	29
22	67	58	65	125	124	124	100	98	100	8	7	8	23
23	63	55	55	125	125	124	100	98	100	8	7	7	21
0	62	54	54	125	124	123	98	98	97	8	7	6	21
1	63	55	55	125	125	124	100	98	100	8	7	7	21
2	61	53	49	126	125	125	98	98	96	8	6	6	20
3	61	53	49	126	126	125	97	98	96	7	7	6	20
4	60	52	49	126	125	124	99	98	97	7	6	6	20
5	62	52	48	125	124	123	99	97	95	8	6	6	20
6	61	51	48	126	125	125	100	98	100	8	6	6	20
7	63	53	48	124	123	123	99	96	94	8	6	6	20
8	92	63	82	124	123	122	99	97	99	11	8	10	29
9	99	62	99	124	123	122	100	99	100	12	8	12	32
10	81	87	89	125	124	123	100	100	99	10	11	11	32

Lectura continua durante 24 horas, realizada en noviembre de 1,998.
 Los datos más importantes de esta medición son los siguientes:
 La corriente máxima, es Ib = 124 amperios. (Ocurrida a las 12 horas)
 La potencia máxima de fase es Pc= 15 KW.
 La potencia máxima trifásica es P= 40 KW.

1 conductor calibre 4/0 (al 70% según el NEC) para neutro.

1 conductor calibre 2 para tierra.

Es posible hacer estos cálculos para cada acometida, cuya medición aparece en las tablas de este capítulo, y así poder obtener conclusiones.

TABLA XVI
Medición en el tablero de embutidos

Hora	la	lb	lc	Van	Vbn	Vcn	FPa	FPb	FPc	Pa	Pb	Pc	Ptot.
8	7	8	9	123	123	122	77	98	75	0.7	1.0	0.8	2.5
9	14	15	19	124	123	122	89	90	95	1.5	1.7	2.2	5.4
10	15	17	19	125	124	123	97	85	96	1.8	1.8	2.2	5.9
11	15	17	18	123	123	122	85	86	96	1.6	1.8	2.1	5.5
12	15	17	19	125	124	123	82	81	96	1.5	1.7	2.2	5.5
13	14	17	19	123	122	121	90	84	95	1.5	1.7	2.2	5.5
14	15	18	18	123	122	121	87	89	96	1.6	2.0	2.1	5.7
15	15	17	19	124	123	122	81	89	96	1.5	1.9	2.2	5.6
16	15	18	19	125	124	123	82	84	96	1.5	1.9	2.2	5.7
17	15	18	18	124	124	123	82	88	96	1.5	2.0	2.1	5.6
18	15	18	19	123	123	122	79	84	96	1.5	1.9	2.2	5.5
19	15	18	19	123	122	122	80	81	96	1.5	1.8	2.2	5.5
20	15	19	19	123	123	122	80	92	96	1.5	2.2	2.2	5.9
21	10	12	15	125	124	124	89	90	100	1.1	1.3	1.9	4.3
22	5	6	8	125	124	124	40	89	97	0.3	0.7	1.0	1.9
23	5	6	8	125	124	124	40	89	97	0.3	0.7	1.0	1.9
0	5	6	7	126	125	125	35	88	74	0.2	0.7	0.6	1.5
1	5	6	7	126	125	125	48	88	74	0.3	0.7	0.6	1.6
2	4	5	8	127	126	126	50	88	73	0.3	0.6	0.7	1.5
3	4	5	7	127	126	126	37	88	72	0.2	0.6	0.6	1.4
4	4	6	8	126	126	125	41	88	73	0.2	0.7	0.7	1.6
5	4	6	7	125	124	124	50	88	73	0.3	0.7	0.6	1.5
6	4	6	8	125	124	124	51	85	74	0.3	0.6	0.7	1.6
7	4	6	8	124	123	123	85	82	98	0.4	0.6	1.0	2.0

Lectura continua durante 24 horas, realizada en noviembre de 1,998.
 Los datos más importantes de esta medición son los siguientes:
 La corriente máxima, es lb=lc = 19 amperios. (Ocurrida a las 20 horas)
 La potencia máxima de fase es Pb=Pc=2.2 KW.
 La potencia máxima trifásica es P= 5.9 KW.

TABLA XVII
Medición en el tablero de carnicería

Hora	Ia	Ib	Ic	Van	Vbn	Vcn	FPa	FPb	FPc	Pa	Pb	Pc	Ptot.
8	22	16	18	123	123	122	97	85	90	2.6	1.7	2.0	6.3
9	35	26	16	123	123	121	94	83	79	4.0	2.7	1.5	8.2
10	33	27	18	124	124	122	95	85	88	3.9	2.8	1.9	8.7
11	35	28	18	124	124	123	95	85	96	4.1	3.0	2.1	9.2
12	36	24	24	125	124	123	95	93	99	4.3	2.8	2.9	10.0
13	35	23	22	124	123	123	96	94	99	4.2	2.7	2.7	9.5
14	37	24	22	126	125	124	95	93	99	4.4	2.8	2.7	9.9
15	35	24	24	125	125	124	95	92	98	4.2	2.8	2.9	9.8
16	33	27	29	125	125	124	94	88	97	3.9	3.0	3.5	10.3
17	32	27	29	125	124	122	95	82	93	3.8	2.7	3.3	9.8
18	33	25	28	123	123	122	95	89	99	3.9	2.7	3.4	10.0
19	34	26	28	124	123	123	95	91	100	4.0	2.9	3.4	10.4
20	27	19	20	124	123	125	95	97	99	3.2	2.3	2.5	7.9
21	13	12	12	126	125	125	58	94	57	1.0	1.4	0.9	3.2
22	9	7	8	127	125	125	52	92	65	0.6	0.8	0.7	2.0
23	9	9	8	127	126	126	25	96	67	0.3	1.1	0.7	2.0
0	9	9	7	127	126	125	25	95	90	0.3	1.1	0.8	2.2
1	8	9	7	126	126	125	26	96	24	0.3	1.1	0.2	1.6
2	8	9	7	126	125	126	24	96	30	0.2	1.1	0.3	1.6
3	8	9	7	127	125	127	35	95	57	0.4	1.1	0.5	1.9
4	7	9	7	128	126	126	25	95	35	0.2	1.1	0.3	1.6
5	7	9	7	127	127	126	26	95	33	0.2	1.1	0.3	1.6
6	8	9	8	127	126	125	28	95	27	0.3	1.1	0.3	1.6
7	8	9	7	126	126	125	25	96	29	0.3	1.1	0.3	1.6

Lectura continua durante 24 horas, realizada en noviembre de 1,998.

Los datos más importantes de esta medición son los siguientes:

La corriente máxima, es Ia = 34 amperios.

La potencia máxima de fase es Pb= 4.0 KW. (Ocurrida a las 19 horas)

La potencia máxima trifásica es P= 10.4 KW.

TABLA XVIII
Medición en el tablero regulado

Hora	Ia	Ib	Ic	Van	Vbn	Vcn	FPa	FPb	FPc	Pa	Pb	Pc	Ptot.
12	37	26	32	121	121	120	87	100	98	4	3	4	11
13	36	26	32	121	121	120	92	100	100	4	3	4	11
14	35	26	32	121	121	121	88	100	99	4	3	4	11
15	36	27	32	121	121	121	90	100	100	4	3	4	11
16	37	27	32	121	121	121	86	99	95	4	3	4	11
17	37	27	30	121	121	121	81	99	96	4	3	3	10
18	37	27	29	121	121	121	81	100	97	4	3	3	10
19	35	27	27	121	121	121	82	100	96	3	3	3	10
20	35	26	26	121	121	121	83	99	94	4	3	3	10
21	34	24	26	121	121	121	85	100	98	3	3	3	9
22	30	22	23	121	121	121	80	100	88	3	3	2	8
23	20	22	22	121	121	121	81	100	91	2	3	2	7
0	20	22	20	121	121	121	83	99	96	2	3	2	7
1	20	20	19	121	121	121	86	100	98	2	2	2	7
2	20	20	18	121	121	121	93	100	96	2	2	2	7
3	18	19	18	121	121	121	86	100	99	2	2	2	6
4	19	19	20	121	121	121	86	100	97	2	2	2	7
5	18	16	21	121	121	121	83	100	95	2	2	2	6
6	19	17	20	121	121	121	88	100	98	2	2	2	6
7	25	16	18	121	121	121	84	100	99	3	2	2	7
8	35	25	24	121	121	121	76	100	89	3	3	3	9
9	36	24	29	121	121	121	80	100	95	3	3	3	10
10	37	25	31	120	121	121	89	100	100	4	3	4	11
11	38	29	33	120	121	121	91	100	100	4	4	4	12

Lectura continua durante 24 horas, realizada en noviembre de 1,998.
 Los datos más importantes de esta medición son los siguientes:
 La corriente máxima, es Ia = 38 amperios. (Ocurrida a las 11 horas)
 La potencia máxima de fase es Pa= 4 KW.
 La potencia máxima trifásica es P= 12 KW.

4.3 Cálculo de capacidad del transformador usando las mediciones

La adecuada selección de la capacidad del transformador es muy importante para que el sistema funcione con seguridad. Hay que recordar que no es posible reparar un transformador o adquirir un nuevo en forma inmediata. En Centroamérica, puede adquirirse un banco de transformadores hasta de 500 KVA con cierta facilidad, en un plazo de 5 a 15 días. Aun estos plazos son demasiado grandes y provocarían grandes problemas.

Mediante las mediciones realizadas, se calculará la capacidad del transformador, tomando como ejemplo, la hipertienda de la cual se mostraron las tablas de medición.

El área total de la tienda, se muestra en la tabla siguiente:

TABLA X
Areas de supermercados

Sector del supermercado	Area en m²
Cuarto de máquinas	100
Area de servicios	1,200
Oficinas	700
Bodega	750
Area de despacho	7,500
Area total del supermercado	10,250

De las mediciones realizadas al tablero principal de tienda, se obtendrá que la potencia máxima demandada es de 420 KW, con un factor de potencia de 0.94 cuando la carga es máxima.

El factor de carga real por m², para este supermercado, es:

$$\text{Watts/m}^2 = 420,000/10,250 = 40.97 \text{ Watss/m}^2.$$

Para seleccionar el transformador con un 50% de previsión y sabiendo que el factor de potencia es de 0.94, se obtiene:

$$S_{(\text{transformador})} = (P_{(\text{máxima})} \times \text{Factor de previsión})/f.p$$

$$S_{(\text{transformador})} = (420 \times 1.5) / 0.94 = 670 \text{ KVA.}$$

Por lo tanto, el transformador que se recomienda usar es de 750 KVA. Efectivamente, es la capacidad del transformador que se instaló en ese supermercado, de donde se concluye que la selección de la capacidad del transformador es correcta.

4.4 Factores de carga/m² para seleccionar la capacidad de los transformadores en supermercados sin aire acondicionado

Es necesario conocer la capacidad del transformador que necesita un supermercado, sin importar su tamaño, de una forma rápida y efectiva, así como conocer aproximadamente el valor de demanda máxima esperada. Esto se puede lograr utilizando factores de carga por m². El código eléctrico americano tiene factores de demanda para oficinas, viviendas, etc.

De los cálculos realizados en el inciso anterior, se basa en las mediciones realizadas en los supermercados, de las cuales, se muestran las de una hipertienda de 10,250 m² totales y de 7,500 m² de área de venta, y se obtienen los factores siguientes en voltamperios por m².

$$\text{Carga/m}^2_{(\text{totales del supermercado})} = 670.000 / 10,250$$

$$\text{Carga/m}^2_{(\text{totales del supermercado})} = 65.3 \text{ VA/m}^2.$$

Muchas veces se conoce el área de venta de un supermercado, pero no conocemos con exactitud el área total. Es necesario calcular factores por m² de área de venta del supermercado. Este factor puede estimarse en voltamperios por m² como sigue.

$$\text{Carga/m}^2_{(\text{área de venta})} = 670,000 / 7,500$$

$$\text{Carga/m}^2_{(\text{área de venta})} = 89 \text{ VA/m}^2$$

El resumen de los datos obtenidos, para una hipertienda de 7,500 m² de área de venta, se mostrará en la tabla siguiente:

TABLA XI**Factores de carga en wats/m² para calcular el transformador**

Uso	Unidades	Factor
Carga real por m ²	Wats por m ² totales del supermercado	41
Para calcular el transformador, sabiendo el área total	Voltamperios por m ² totales del supermercado	65.3
Para calcular el transformador sabiendo el área de venta	Voltamperios por m ² del área de venta	89

4.5 Factores de demanda de carga/m² para supermercados sin aire acondicionado

Se mostrará a continuación una tabla que muestra un resumen de los factores de carga por m² para supermercados de diferentes tamaños, obtenidos mediante mediciones a supermercados Paiz, con áreas diferentes y sin aire acondicionado.

TABLA XII

Factores de carga por m² para supermercados sin aire acondicionado

Tipo de supermercado y área en m²	Wats por m² totales del supermercado	Voltamperios por m² totales del supermercado	Voltamperios por m² del área de venta
Hiper 9,600 m ² área total 7,000 m ² área de venta	39.6	42	54.3
Hiper 10,200 m ² área total 7500 m ² área de venta	41	43.6	59.3
Supermercado 4,400 m ² área total 3,050 m ² área de venta	45.5	50.5	72.8
Supermercado 4,000 m ² área total 2,800 m ² área de venta	45	47.8	68.4
Supermercado 2,900 m ² área total 2,200 m ² área de venta	50.5	55.5	73.2
Supermercado 1,300 m ² área total 950 m ² área de venta	49	53.8	73.6

De los datos mostrados en la tabla anterior, se puede ver que es de buen criterio, utilizar 40.3 wats/m² para estimar la demanda real promedio que tendrá una hipertienda, y 47.5 wats/m² para supermercados.

Se puede observar que es una buena aproximación utilizar un factor de 57 wats/m² (área de venta); para estimar la demanda promedio real que tendrá una hipertienda, y 72 wats/m² (área de venta) para supermercados.

4.6 Factores de carga/m² para aire acondicionado en supermercados

Para carga de aire acondicionado, como aproximación, se puede asumir con buen criterio, que una tonelada de refrigeración requiere una potencia de 1 HP, y estimando los equipos auxiliares, puede considerarse un factor de 1.6 ó 2.2, con lo cual se obtiene una buena aproximación de la carga instalada. Para equipos de menos de 100 toneladas, se usa un factor de 2.3, y en los casos en que se usan equipos individuales, se puede usar 2.18 (estos factores han sido publicados por IEEE). El circuito que alimente el sistema debe ser calculado sin aplicarle ningún factor de demanda, puesto que los mismos compresores vienen especificados. Sin embargo, para calcular el consumo o la carga sobre el transformador, debe considerarse un factor de demanda de 0.4 para sistemas grandes a 0.6 para equipos pequeños.

Se calculará la demanda por aire acondicionado para un supermercado tipo hiper de 5,500 m² de área de venta y 1,200 m² de área de oficinas y servicios, sin incluir el área de bodega en una ciudad cálida.

El edificio tiene una altura promedio de 7.5 metros, con aislamiento térmico en el techo y cortinas de aire en las puertas; para evitar el escape del aire del edificio, se obtiene que:

Toneladas necesarias = 240

Este es un cálculo, según expertos en el ramo.

De los factores mencionados anteriormente, se tiene una tonelada por cada HP y factor 1.6, incluyendo todos los equipos auxiliares, por lo tanto:

$$HP = 240$$

$$P_{(instalada)} = 1.6 * 240 \text{ ton} * 746 \text{ wats/HP} / (f.p * ef.)$$

donde f.p es el factor de potencia promedio de los motores, y ef. es la eficiencia promedio de los mismos.

Suponiendo un factor de potencia f.p = 0.85 y una eficiencia ef. = 0.91 promedio para los motores, se obtiene:

$$P_{(instalada)} = 1.6 * 240 * 746 / (0.85 * 0.91) = 370.35 \text{ KW.}$$

Usando el factor 0.4 de demanda máxima estimada se obtiene:

$$P(\text{máxima estimada}) = 148.1 \text{ KW.}$$

El factor de carga real obtenido es:

$$148,140/6700 = 22.1 \text{ Wats/m}^2_{(\text{acondicionado})}$$

Este mismo factor, estimado por m² de área de venta, se obtiene:

$$148,140/5500 = 27 \text{ wats/m}^2_{(\text{área de venta})}$$

Para calcular el transformador conociendo el área total, con una previsión de capacidad del 50%, se obtiene un factor de potencia f.p = 0.85 y luego se obtiene:

$$VA_{(\text{transformador})} / m^2_{(\text{totales})} = 1.5 * 22.1 / 0.85$$

$$VA_{(\text{transformador})} / m^2_{(\text{totales})} = 39.$$

Para calcular el transformador, conociendo únicamente el área de venta, se obtiene:

$$VA_{(\text{transformador})} / m^2_{(\text{área de venta})} = 1.5 * 27 / 0.85$$

$$VA_{(\text{transformador})} / m^2_{(\text{totales})} = 48$$

4.7 Demandas de energía en supermercados usando las mediciones

La demanda nos dice acerca del consumo de energía en KW de potencia de un supermercado. Se estima actualmente con las cargas de alumbrado y de fuerza.

Las cargas de fuerza agrupan los diferentes equipos, cuya función no es la de producir luz; entre éstas se encuentran las siguientes:

- Carga de tomacorrientes para uso general
- Cargas de equipos con alimentación individual
- Carga de aire acondicionado
- Carga de refrigeración

Los tomacorrientes de uso general y los de alimentación individual fueron estudiados en las mediciones realizadas a cada área del supermercado.

Se estudiarán detalladamente las siguientes:

- Demanda por iluminación
- Demanda de refrigeración

Los tomacorrientes de uso general y los de alimentación individual fueron estudiados en las mediciones realizadas a cada área del supermercado.

4.7.1 Demanda de energía por iluminación usando las mediciones

La magnitud de la carga de alumbrado varía entre el 40% y el 60% de la carga conectada. Existen casos en que esta proporción varía según las condiciones del sistema.

Actualmente, para la determinación de la carga de alumbrado, se hace mediante el uso de datos estadísticos de manuales y tablas de carga por unidad de área. Estos datos son útiles para estimaciones de carga por unidad de área. Una determinación precisa de esta carga requiere la elaboración del proyecto de alumbrado, cuando se trata de un nuevo diseño.

De las mediciones realizadas al supermercado tipo hiper, se obtuvo que para una área de 7,500 m²; se colocaron 384 lámparas marca General Electric, de haluros metálicos, de 400 Wats de salida, con un factor de 1.15 por el transformador, y así obtener un nivel de iluminación de 1,100 luxes, en el área de venta.

Por lo tanto, la potencia por m² es:

$$P/m^2 = 1.15 * 384 * 400/7,500 = 23.55 \text{ wats/m}^2.$$

Considerando que el nivel de iluminación para supermercados o hipermercados es el mismo, se puede decir que siempre que se usen lámparas de haluros metálicos, es de buen criterio utilizar 24 wats/m^2 para el área de venta de un supermercado.

4.7.2 Demanda de energía por refrigeración usando las mediciones

Las cargas de refrigeración dependen de las características del ambiente y de las exigencias del sistema.

Para un cuarto frío moderno, de gran tamaño, con paredes, techo y piso aisladas del calor del ambiente exterior, con materiales que eviten transferencia de calor hacia el interior, se puede obtener una idea aproximada de las cargas reales, asumiendo 40 voltamperios por hora, por metro m^3 que se va a refrigerar.

Las mediciones del resumen que mostramos en la página siguiente, es para una área de $16 \times 34 \text{ m}^2$, y una altura de 6 m. para un volumen total que se va a refrigerar de $3,264 \text{ m}^3$. La distribución del volumen es el siguiente:

938 m^3 que van a refrigerarse.

969 m^3 que van a congelarse. (Cuartos fríos de carnes).

581 m^3 que van a congelarse. (Para helados).

776 m^3 que van a refrigerarse a 5°C para antecámara.

En el cuadro mostrado en la página siguiente se observa que la potencia máxima posible, eliminando las resistencias, es de 206.52 KW. Si se considera un

factor de demanda de 0.6 para todos los motores, se obtiene una demanda máxima estimada de 123.91 KW.

El factor que se puede usar por m^3 que se va a refrigerar es:

$123,910/3,264 = 37.96 \text{ VA}/m^3$ del cuarto frío que se va a refrigerar.

En la siguiente página, se muestra un cuadro de potencias de motores para equipos de refrigeración común en centros de distribución o en supermercados muy grandes, al que se le realizaron mediciones para obtener valores reales.

Es importante notar que el volumen del cuarto frío no es el volumen de la mercadería que se va a refrigerar. Cuanta más mercadería se almacene en el cuarto frío para ser refrigerada, el consumo de energía será mayor; aunque la demanda máxima de energía no cambie, sí lo hace el consumo, debido a que los motores trabajarán más tiempo.

En la página siguiente, se ven las mediciones realizadas.

TABLA XXII
Potencia de motores de equipo de refrigeración en supermercados

<i>Unidad</i>	<i>cant.</i>	<i>voltaje</i>	<i>amps.</i>	<i>kva. instal.</i>	<i>Kw/h</i>	<i>corriente estimada en amps.</i>	<i>demanda estimada en KVA.</i>
Cámara de refrigerados							
compresores de 10 HP.	3	240/3/60	117.3	44.64	35.72	78.20	31.15
motores difusores	6	240/3/60	27.6	10.5	8.4	18.40	7.33
Cámara de congelados							
compresor de 10 HP	4	240/3/60	150.8	57.39	45.92	100.53	40.05
motores difusores	12	240/3/60	25.2	9.59	7.67	16.80	6.69
resistencia eléctrica	4	240/3/60	190.8	72.62	58.09		
Cámara de helados							
compresores de 10 HP	4	240/3/60	150.8	57.39	45.92	100.53	40.05
motores difusores	16	240/3/60	28.4	10.81	8.65	18.93	7.54
resistencia eléctrica	4	240/3/60	122	46.43	37.15		
Antecámara							
compresor de 2 HP.	1	240/3/60	7.8	2.97	2.37	5.20	2.07
motores difusores	3	240/3/60	3.3	1.26	1	2.20	0.88
Alumbrado							
lamparas APV.	34	240	54.4	11.97	9.57	11.97	4.77
Máximos de carga instalada.			878.4	325.58	260.5	352.77	140.53
Consumo máximo sin resistencias				206.52		362.90	144.56
Demanda maxima estimada con factor de diversidad de 0.6:							123.91

Los compresores paran cuando las resistencias entran a funcionar. Estas hacen el deshielo. Para efectos de cálculo de la demanda del sistema, deben ser eliminadas las corrientes de las resistencias.

5. COSTOS DEL SISTEMA

En una hoja electrónica, se ha recabado la información necesaria, acerca de los costos de operación, al estudiar las últimas ofertas de Hipertiendas y tiendas Paiz. Se ha aproximado el costo de circuitos, acometidas, etc. a una curva, o línea recta.

Para ahorrar en costos de energía, se toma el criterio de aprovechar la luz natural para iluminar las tiendas, de manera que se utiliza lámina plástica o acrílica en un porcentaje entre el 6% y 10%, con lo que se obtiene un buen nivel de iluminación durante el día, sin recurrir al uso de energía eléctrica.

Los costos de operación del sistema eléctrico de un supermercado están compuestos como sigue:

- A) Costo inicial.**
- B) Costo por consumo de energía.**
- C) Costo por mantenimiento.**

5.1 Costo inicial del sistema

Es necesario buscar que el costo inicial del sistema eléctrico no afecte al costo de mantenimiento y de operación del supermercado, de manera que la calidad del sistema debe de mantenerse; para esto se mencionan las siguientes reglas que se deben seguir:

- Utilización de equipo duradero de excelente calidad.
- La instalación eléctrica debe cumplir las normas internacionales.
- Los conductores, tableros, lámparas etc. deben ser de alta calidad.

De los estudios realizados a diferentes tiendas Paiz nuevas y a hipertiendas, se han realizado resúmenes en hojas electrónicas, de diferentes supermercados, con áreas diferentes, en las cuales se ven los costos por metro cuadrado, en función del área de venta, para las instalaciones completas, donde se incluyen equipos y lámparas.

El costo inicial del sistema eléctrico se compone de:

- Costos por instalaciones
- equipos
- lámparas

5.1.1 Costo de instalación en tienda

La tienda está compuesta por una área de venta, área de servicios, oficinas, bodegas, área de descarga, así como cuartos eléctricos y de transformación.

El costo correspondiente al suministro de materiales y mano de obra para la instalación eléctrica de acometida, subacometidas y los circuitos ramales de un supermercado, representa una fracción importante del costo de operación de un sistema eléctrico. Esta fracción del costo puede llegar a alcanzar valores de más del 30% del costo total. El resto lo constituyen las lámparas, transformadores, planta eléctrica, transferencias automáticas, otros sistemas, consumo de energía, mantenimiento, etc.

El 30% del costo de operación del sistema, es muy significativo; por esa razón, se recomienda la observación sistemática de las reglas que a continuación

se anotan:

- Ubicar la subestación y cuarto eléctrico cerca del centro de carga de la tienda.
- Ubicar tableros eléctricos en cada área donde se concentren gran cantidad de tomacorrientes.
- Ubicación de ambientes contiguos en lugares próximos o a ambos lados de la pared.
- Evitar el uso de tubos de diámetro mayor al de 1" que requieren cajas especiales.
- Evitar la excesiva variedad de calibres de conductores.
- Aprovechar la tubería para el paso de más de un circuito.

5.1.2 Costos del equipo

En cuanto a equipo eléctrico, se pueden mencionar transformadores, plantas eléctricas de emergencia, transferencias automáticas de energía, equipos de control de luz y tableros en general, el equipo representa, hasta un 50% del total del costo de operación del sistema eléctrico de un supermercado.

Es importante mencionar que en los ejemplos mostrados no está incluido el costo del equipo de refrigeración y aire acondicionado. Estos deben ser objeto de un estudio independiente, que se sale del objeto del presente. El costo de la instalación eléctrica y señal de los equipos de refrigeración y aire acondicionado

están incluidos.

5.1.3 Costos por lámparas

Las lámparas utilizadas para supermercados modernos y con altura mayor a 6.00 m. son Metal Halide de 400 Wats, de marcas de reconocida calidad, con aplicación para tiendas. Su costo está alrededor de los \$ 400.00 por unidad.

Las lámparas pueden ser fluorescentes para los supermercados con techo de baja altura o menor de 4 metros. Generalmente se usan de 2 x 4 pies, de 4 tubos de 40 wats o lámparas de 2 x 75 wats de 96". El tipo de lámparas fluorescentes que se están usando es con balastro electrónico y tubos del tipo T8. El costo aproximado, por unidad, incluyendo sus tubos, es el siguiente:

8 pies 2 * 75 wats tipo listón. \$ 60.00

2*4 pies, 2 * 40 Wats, difusor común. \$ 80.00

2*4 pies, 4 * 40 wats, difusor común. \$ 90.00

Evidentemente, el costo inicial, al utilizar lámparas fluorescentes, es menor; no así, el de mantenimiento.

5.2 Costos por consumo de energía

Cuanto más eficientes sean los equipos que se instalan en un supermercado en circuitos de fuerza, la alta eficiencia del sistema de iluminación eléctrica y natural que se adopte, así como una instalación con conductores y equipo de bajas pérdidas, logran que el consumo de energía se mantenga en el mínimo que se requiere para operar un supermercado moderno.

El consumo anual de energía, para un supermercado de 8,000.00 m², es alrededor de \$ 115,000. Si se cuenta con aire acondicionado y se usa durante 12 horas diarias de una manera programada o con arranque y apagado automático, el consumo anual de energía se incrementa hasta en \$ 77,088.

Los cálculos se muestran a continuación:

El factor de demanda por aire acondicionado será 0.35

Usando 1 tonelada por cada 20 m. cuadrados.

Considerando 2.2 KW. por tonelada. (incluye bombas, manejadoras, compresores, etc.)

Despreciando los BTU de la gente e iluminación.

$$8000/20 = 400 \text{ toneladas}$$

$$400 * 2.2 = 880 \text{ Kws. (demanda instalada)}$$

$$0.35 * 880 = 352 \text{ Kw. (demanda estimada)}$$

Si lo usamos 12 horas diarias y se estima que se mantiene encendido un 50% del tiempo, entonces el costo anual por energía será:

$$0.5 * 352 \text{ Kws/hora} * 12 \text{ h/día} * 365 \text{ días/año} * 0.10 \text{ \$/Kw.} = \$ 77,088.00$$

Como se ve, el rubro es casi igual al consumo del resto de instalaciones. Por esa razón, debe tenerse sumo cuidado en evitar las fugas de aire acondicionado del local.

5.4 Costos del sistema eléctrico de un supermercado

Los costos de un sistema eléctrico para supermercado está compuesto por varios rubros, entre los que se mencionarán los siguientes.

- Iluminación
- Tomacorrientes
- Salidas para teléfono
- Cableado de sistema telefónico
- Salidas para cómputo
- Salidas para señal de datos
- Salidas para alarmas
- Instalaciones para sonido
- Lámparas

Estas salidas e instalaciones se encuentran en cada área del supermercado, como por ejemplo: oficinas, área de venta, área de servicios, bodega, etc.

A continuación, se verá un ejemplo de un presupuesto de la instalación eléctrica de un supermercado, basado en los datos que nos provee la oferta ganadora del proyecto, y algunos resúmenes del estudio de seis supermercados.

TABLA XXIII

Presupuesto de instalaciones eléctricas en área de venta.

Cantidad= 8,000.00 m²

Fecha: marzo de 1,999.

Tasa de cambio: 7.01

No.	Descripción de renglón	Cant.	Unidad	precio material	Precio m. obra	Total
1	Área de venta					
1.1	Iluminación; volts : 208					
1.1.1	Lámparas	381	unidades	2839.05	0.00	1081542.86
1.1.2	Salidas de iluminación	381	unidades	427.61	299.33	276928.38
1.1.3	Soportes para lámparas	381	unidades	59.59	39.96	37920.76
1.1.4	Instalación de lámparas	381	unidades	1.40	56.08	21897.90
1.1.5	Tableros (incluye interruptores)	8	unidades	672.96	1469.86	18140.25
1.1.6	Acometidas (cable y tubería)	800	mlineales	67.67	20.30	70373.16
1.1.7	Controles	8	unidades	226.07	3391.93	30628.58
1.1.8	Soportería	381	unidades	80.62	90.43	65159.62
1.2	Iluminación área belleza					
1.2.1	Lámparas	30	unidades	245.35	0.00	7434.85
1.2.2	Salidas de iluminación	30	unidades	140.20	140.20	8496.97
1.2.3	Instalación de lámparas	30	unidades	7.01	35.05	1274.55
1.3	Tomacorrientes:					
1.3.1	Tomacorriente de piso	133	unidades	560.80	0.00	74773.33
1.3.2	Salidas para tomas de piso	133	unidades	385.55	315.45	93466.67
1.3.3	Tomas normales (completo)	133	unidades	420.60	315.45	98140.00
1.3.4	Tableros (incluye interruptores)	4	unidades	665.95	1469.86	8543.23
1.3.5	Acometidas (cable y tubería)	400	mlineales	67.65	21.03	35470.60
1.4	Área de cajas:					
1.4.1	Toma normal (completo)	52	unidades	287.41	420.60	36542.45
1.4.2	Toma regulado (completo)	52	unidades	287.41	420.60	36542.45
1.4.3	Cómputo y datos (completo)	52	unidades	315.45	385.55	36180.65
1.5	Teléfono (enguiado)					
1.5.1	Cableado	16	unidades	280.40	210.30	7851.20
1.5.2	Planta telefónica	1	unidades	28040.00	500.00	28540.00
1.6	Cómputo (enguiado)					
1.6	Cómputo (enguiado)	8	unidades	315.45	210.30	4206.00
1.7	Señal de datos (enguiado)					
1.7	Señal de datos (enguiado)	16	unidades	315.45	210.30	8412.00
1.8	Alarmas (solo enguiado)					
1.8	Alarmas (solo enguiado)	16	unidades	315.45	245.35	8972.80
1.9	Instalación para sonido					
1.9.1	Equipo y bocinas	23	unidades	336.48	245.35	13298.97
1.9.1	Equipo y bocinas	1	unidades	51942.86	0.00	51942.86
	Costo de la instalación eléctrica en área de tienda				Q.	2,171,654
	Costo unitario directo				Q./M²	271.46

TABLA XXIV
Presupuesto de instalaciones eléctricas de oficinas

Cantidad 8,000.00 m²

Fecha: marzo de 1,999.
Tasa de cambio: 7.01

No.	Descripción de renglón	Cantidad	Unidad	precio materiales	Precio m. obra	Total
2	Área de oficinas 960.00					
2.1	Lámparas	96	Unidades	336.48	66.60	38695.20
2.2	Salidas para iluminación	96	Unidades	203.29	154.22	34320.96
2.3	Tomacorrientes normales	72	Unidades	210.30	154.22	26245.44
2.4	Tomacorrientes regulados	36	Unidades	283.91	208.20	17715.67
2.5	Señal de cómputo en canaleta	36	Unidades	283.91	208.20	17715.67
2.6	Salidas para sonido	10	Unidades	227.12	166.56	3779.34
2.7	Salidas para teléfono	36	Unidades	227.12	166.56	14172.54
2.8	acometida a oficinas y tablero	1	Unidad	3505.00	1752.50	5257.50
2.9	Acometida a TD-regulado	1	Unidad	1331.90	932.33	2264.23
2.10	Transferencia de UPS.	1	Unidad	2663.80	1598.28	4262.08
2.11	Fuerza en cafetería	21	Unidades	252.36	185.06	9261.73
2.12	Tablero y acometida.	50	mlleales	98.14	14.72	5680.99
2.13	Alarmas	5	Unidades	210.30	208.20	2114.51
	Costo de elect. en oficina	960.00	m²			181485.87
	Costo de elect. en Q/m²	1	global			189.05
Costo de la inst. eléc. en área de oficinas, servicios y bodega					Q.	181,486
Costo unitario directo en función del área de venta.					Q./M²	189.05

TABLA XXV
Presupuesto de instalaciones eléctricas área de servicios y bodega

Cantidad = 8,000.00 m²

Fecha: marzo de 1,999.

Tasa de cambio: 7.01

No.	Descripción de renglón	Cantidad	Unidad	precio materiales	Precio m. obra	Total
3	Área de servicios 1,200.00					
3.1	Lámparas	120	Unidades	385.55	56.08	52995.60
3.2	Salidas para iluminación	120	Unidades	210.30	175.25	46266.00
3.3	Tomacorrientes normales 120 v.	150	Unidades	231.33	192.78	63615.75
3.4	Tomacorrientes 220 v.	14	Unidades	312.30	260.25	8244.60
3.5	Tomacorrientes trifásicos	4	Unidades	484.06	377.36	3445.66
3.6	Tomacorrientes regulados	12	Unidades	273.39	227.83	6068.77
3.7	Señal de cómputo	12	Unidades	273.39	227.83	6068.77
3.8	Salidas para sonido	12	Unidades	231.33	227.83	5509.86
3.9	Salidas para teléfono	12	Unidades	231.33	227.83	5559.50
3.10	Acometida de panadería	104	Mlineales	94.64	20.33	11956.26
3.11	Acometida de carnicería	88	Mlineales	94.64	20.33	10162.82
3.12	Acometida de embutidos	88	Mlineales	75.71	16.26	8130.25
3.13	Acometida de verduras	115	Mlineales	75.71	16.26	10569.33
3.14	Acometida a TD-bombas	88	Mlineales	75.71	16.26	8130.25
3.15	Tableros e instalación.	5	Unidades	1402.00	981.40	12870.36
	Costo de elec. en servicios	1200.00	m²			259593.77
	Costo de elec. en Q/m²	1	global			216.33
4	Área de bodega 760.00					
3.1	Lámparas, soporte y colocación	25	Unidades	2103.00	182.26	57893.25
3.2	Salidas para iluminación	37	Unidades	455.65	245.35	25937.00
3.3	Tomacorrientes normales	11	Unidades	231.33	185.06	4520.85
3.4	Tomacorrientes regulados	9	Unidades	300.73	240.58	4701.68
3.5	Señal de cómputo	9	Unidades	300.73	240.58	4701.68
3.6	Salidas para sonido	3	Unidades	330.80	264.64	1810.15
3.7	Salidas para teléfono	4	Unidades	300.73	240.58	2350.84
3.8	Acometida a TD-bodega	80	Mlineales	70.10	17.53	7010.00
3.9	Tablero y controles.	1	Unidades	2804.00	841.20	3645.20
3.10	Luz de área de descarga	4	Unidades	2103.00	245.35	9393.40
3.11	Fuerza de área de descarga	4	Unidades	312.30	260.25	2290.17
	Costo de elec. en bodega.	760.00	m²			124254.23
	Costo de elec. en Q/m².	1	global			163.49
	Costo de la inst. eléc. en área de oficinas, servicios y bodega				Q.	383,848
	Costo unitario directo en función del área de venta.				Q./M²	47.98

TABLA XXVI

**Presupuesto de instalaciones eléctricas de cuarto eléctrico y
aire acondicionado**

Cantidad = 8,000.00 m²

Fecha: marzo de 1,999.

Tasa de cambio: 7.01

No.	Descripción de renglón	Cantidad	Unidad	precio material	Precio U. m. obra	Total
5	Cuarto eléctrico y subestación					
5.1	Tableros	1	Unidades	280400.00	14020.00	294420.00
5.1.1	Soporteria de tableros	1	Unidades	5608.00	1682.40	7290.40
5.2	Lámparas e instalación eléc.	7	Unidades	490.70	175.25	4756.79
5.3	Instalación eléc. refrigeración.	2	Unidades	56101.03	14025.26	140252.58
5.4	Planta eléctrica e inst. mecánica	1	Unidades	785120.00	31404.80	816524.80
5.5	Transferencia automática	2	Unidades	89728.00	3505.00	186466.00
5.6	Transtormador	1	Unidad	148612.00	3505.00	152117.00
5.7	Acometidas secundarias	1	unidad	173848.00	17384.80	191232.80
5.8	Extensión de línea y ductos	1	Unidad	179456.00	15422.00	194878.00
						1987938.36
6	Aire acondicionado					
	voltaje de instalac.= 480					
6.1	Costos de instalación					
6.1.1	Controles, apagado y encendido	1	unidad	21030.00	3505.00	24535.00
6.1.2	Guardamotors y protecciones	8	unidad	3505.00	560.80	32526.40
6.1.3	Protecciones termomagnéticas	1	unidad	67856.80	3517.84	71374.64
6.1.4	Tablero principal	1	unidad	61071.12	3408.15	64479.27
6.1.5	Interruptores generales	16	unidad	1962.80	70.10	32526.40
6.1.6	Alimentador principal	80	Mlineales	1470.23	294.05	141142.14
6.1.7	Entubado de aliment. principal	80	Mlineales	73.51	18.38	7351.15
6.1.8	Alimentador general manejadoras	760	Mlineales	80.00	20.00	76000.00
6.1.9	Entubado alimentadores generales	760	Mlineales	20.00	10.00	22800.00
						472735.01
6.2	Costos por aumento capacidad					
6.2.1	Estudio EEGSA	352	Kwats.	280.40	70.10	123376.00
6.2.2	Capacidad del transformador	352	Kwats.	182.26	36.45	76986.62
6.2.3	Interruptor principal	352	Kwats.	224.32	11.22	82908.67
6.2.4	Interruptor ramal	352	Kwats.	154.22	15.42	59713.98
6.2.5	Tablero principal	352	Kwats.	154.22	7.71	56999.71
6.2.6	Alimentadores de trans a TD-aire	352	Kwats.	147.21	14.72	56999.71
						456984.70
	Costo de la inst. eléctrica en cuarto de tableros, sub. y refrig.				Q. 2,917,658	
	Costo unitario directo				Q./M² 364.71	

TABLA XXVII

Resumen del presupuesto de instalaciones eléctricas 1

Cantidad = 8,000.00 m²

Fecha: marzo de 1,999.
Tasa de cambio: 7.01

No.	Descripción de renglón	Cantidad	Unidad	Total
1	Electricidad en área de venta	1	global	Q 2,171,653.88
2	Electricidad en cuarto eléctrico y subestación.	1	global	Q 1,987,938.36
3	Electricidad para aire acondicionado	1	global	Q 472,735.01
4	Aumento de capacidad por aire acondicionado.	1	global	Q 456,984.70
5	Electricidad en área de oficinas	1	global	Q 181,485.87
6	Electricidad en área de servicios.	1	global	Q 259,593.77
7	Electricidad en área de bodega	1	global	Q 124,254.23
	TOTAL ELECTRICIDAD	1	global	Q 5,654,645.81
	ELECTRICIDAD Q/m² DE ÁREA DE VENTA			706.83
	ELECTRICIDAD Q/m² TOTALES DEL SUPERMERCADO			513.59

TABLA XXVIII
Resumen del presupuesto de instalaciones eléctricas 2

Cantidad = 7,500.00 m²

Fecha: marzo de 1,999
Tasa de cambio: 7.01

No.	Descripción de renglón	Cantidad	Unidad	Total
1	Electricidad en área de venta	1	global	Q 2,035,956.76
2	Electricidad en cuarto eléctrico y subestación.	1	global	Q 1,870,153.46
3	Electricidad para aire acondicionado	1	global	Q 444,761.57
4	Aumento de capacidad por aire acondicionado.	1	global	Q 428,423.16
5	Electricidad en área de oficinas	1	global	Q 170,950.03
6	Electricidad en área de servicios.	1	global	Q 244,396.80
7	Electricidad en área de bodega	1	global	Q 119,067.45
	TOTAL ELECTRICIDAD	1	global	Q 5,313,709.22
	ELECTRICIDAD Q/m² DE ÁREA DE VENTA			708.49
	ELECTRICIDAD Q/m² TOTALES DEL SUPERMERCADO			514.52

TABLA XXIX
Resumen del presupuesto de instalaciones eléctricas 3

Cantidad = 5,500.00 m²

Fecha: marzo de 1,999.
Tasa de cambio: 7.01

No.	Descripción de renglón	Cantidad	Unidad	Total
1	Electricidad en área de venta	1	global	1,493,168.29
2	Elec. en cuarto electrico y subestación	1	global	1,399,013.87
3	Elec. para aire acondicionado.	1	global	332,867.82
4	Aumento de capacidad por aire acond.	1	global	314,176.98
5	Electricidad en área de oficinas	1	global	128,806.66
6	Electricidad en área de servicios.	1	global	183,608.91
7	Electricidad en área de bodega	1	global	98,320.33
	TOTAL ELECTRICIDAD	1	global	Q 3,949,962.86
	TOTAL ELECTRICIDAD Q/m² DE ÁREA DE VENTA			718.18

TABLA XXX
Resumen del presupuesto de instalaciones eléctricas 4

Cantidad = 3,000.00 m²

Fecha: marzo de 1,999.
Tasa de cambio: 7.01

No.	Descripción de renglón	Cantidad	Unidad	Total
1	Electricidad en área de venta	1	global	814,682.70
2	Elec. en cuarto electrico y subestación	1	global	810,089.37
3	Elec. para aire acondicionado	1	global	193,000.63
4	Aumento de capacidad por aire acondic.	1	global	171,369.26
5	Electricidad en área de oficinas	1	global	76,127.46
6	Electricidad en área de servicios	1	global	107,624.04
7	Electricidad en área de bodega	1	global	72,386.44
	TOTAL ELECTRICIDAD	1	global	Q 2,245,279.91
	TOTAL ELECTRICIDAD Q/m² DE ÁREA DE VENTA			748.43

TABLA XXXI
Resumen del presupuesto de instalaciones eléctricas 5

Cantidad = 2,000.00 m²

Fecha: marzo de 1,999.
Tasa de cambio: 7.01

No.	Descripción de renglón	Cantidad	Unidad	Total
1	Electricidad en área de venta	1	global	543,288.47
2	Elec. en cuarto electrico y subestación	1	global	574,519.57
3	Electricidad para aire acondicionado.	1	global	137,053.75
4	Aumento de capacidad por aire acondic.	1	global	114,246.18
5	Electricidad en área de oficinas	1	global	55,055.78
6	Electricidad en área de servicios.	1	global	77,230.09
7	Electricidad en área de bodega	1	global	62,012.88
	TOTAL ELECTRICIDAD	1	global	Q 1,563,406.72
	TOTAL ELECTRICIDAD Q/m² DE ÁREA DE VENTA			781.70

TABLA XXXII
Resumen del presupuesto de instalaciones eléctricas 6

Cantidad = 1,000.00 m²

Fecha: marzo de 1,999.
Tasa de cambio: 7.01

No.	Descripción de renglón	Cantidad	Total
1	Electricidad en área de venta	global	271,894.23
2	Electricidad en cuarto electrico y subestación	global	338,949.77
3	Electricidad para aire acondicionado	global	81,106.88
4	Aumento de capacidad por aire acondicionado	global	57,123.09
5	Electricidad en área de oficinas	global	33,984.10
6	Electricidad en área de servicios	global	46,836.15
7	Electricidad en área de bodega	global	51,639.32
	TOTAL ELECTRICIDAD	global	Q 881,533.54
	TOTAL ELECTRICIDAD Q/m² DE ÁREA DE VENTA		881.53

TABLA XXXIII
Resumen de costo en Q/m² de supermercados
Tipo hiper o supertienda, con aire acondicionado.

Fecha: marzo de 1,999.
Tasa de cambio 7.01

No.	Descripción del supermercado	área de venta	área total	Q totales	Q/m ² de área de venta	Q/m ² de área total
1	Supertienda	1,000	1,455	881,533.54	881.53	605.86
2	Supertienda	2,000	2,858	1,584,394.39	781.70	554.40
3	Supertienda	3,000	4,217	2,262,557.39	748.43	536.51
4	Hipertienda	5,500	7,613	3,957,964.89	718.18	519.90
5	Hipertienda	7,500	10,329	5,314,290.89	708.49	514.52
6	Hipertienda	7,935	10,919	5,609,291.80	707.04	513.71

De la tabla arriba mostrada, se concluye que para supermercados mayores de 2,000 m² de área de venta, y menores de 8,000 m² con aire acondicionado, es muy buena aproximación utilizar un factor entre Q 513 a Q 572 por m² del supermercado, en donde el factor menor es para los supermercados más grandes y el factor mayor es para los de menor tamaño.

Si se conoce únicamente el área de venta, entonces es posible utilizar los factores entre Q 707 y Q 782.00 por m² de área de venta del supermercado, y de la misma manera, se establece que se usará el factor más pequeño para los supermercados de 8,000 m², y el factor más grande para los supermercados de 2,000 m².

TABLA XXXIV
Resumen de costo en Q/m² de supermercados
Tipo hiper o supertienda, sin aire acondicionado.

Fecha: marzo de 1,999.
Tasa de cambio = 7.01

No.	Descripción del supermercado	área de venta	área total	Q totales	Q/m ² de área de venta	Q/m ² de área total
1	Supertienda	1,000	1,455	Q 800,426.66	800.43	550.12
2	Supertienda	2,000	2,858	Q 1,447,340.64	723.67	506.42
3	Supertienda	3,000	4,217	Q 2,069,556.76	689.85	490.77
4	Hipertienda	5,500	7,613	Q 3,625,097.07	659.11	476.17
5	Hipertienda	7,500	10,329	Q 4,869,529.32	649.27	471.44
6	Hipertienda	7,935	10,919	Q 5,140,193.34	647.79	470.76

De la tabla arriba mostrada, se concluye que para supermercados mayores de 2,000 m² de área de venta, y menores de 8,000 m² sin aire acondicionado, es muy buena aproximación utilizar un factor entre Q 470 a Q 506 por m² del supermercado, en donde el factor menor es para los supermercados más grandes, y el factor mayor es para los de menor tamaño.

Si se conoce únicamente el área de venta, entonces, es posible utilizar los factores entre Q 648.00 y Q 723.00 por m² de área de venta del supermercado, y de la misma manera, se establece que se usará el factor más pequeño para los supermercados de 8,000 m², y el factor más grande para los supermercados de 2,000 m².

CONCLUSIONES

1. De las mediciones realizadas, se concluye que el factor de carga que se puede utilizar es de 40.3 wats/m^2 , para estimar la demanda real promedio que tendrá una hipertienda, y 47.5 wats/m^2 para supermercados
2. De las mediciones, se puede concluir que el factor de carga que puede utilizarse es de 57 wats/m^2 (área de venta), para estimar la demanda real que tendrá una hipertienda, y 72 wats/m^2 (área de venta) para supermercados tipo supertienda.
3. Del estudio realizado a cinco supermercados mayores de $2,000 \text{ m}^2$ y menores de $8,000 \text{ m}^2$, se concluye que el rango del costo de instalaciones eléctricas, sin incluir aire acondicionado, por m^2 total del supermercado, es el siguiente:
 - a) Q 470.00 a
 - b) Q 523.00

Cuando se conoce únicamente el área de venta, puede estimarse el costo total de las instalaciones del supermercado, usando los factores siguientes:

- c) Q 648.00 y
- d) Q 723.00 por m^2 del área de venta.

El factor menor es para los supermercados más grandes y el mayor es para los supermercados más pequeños. La tasa de cambio

utilizada fue de 7.00 quetzales por dólar

4. Del estudio realizado a cinco supermercados mayores de 2,000 m² y menores de 8,000 m², se concluye que el costo de instalaciones eléctricas, incluyendo las del aire acondicionado, es el siguiente:
- a) Q 513.00 a
 - b) Q 572.00 por metro cuadrado del supermercado.

Cuando se desconoce el área total, puede estimarse el costo total de las instalaciones del supermercado, usando los factores siguientes:

- c) Q 706.00 y
- d) Q 792.00 por m² del área de venta.

El factor menor es para los supermercados más grandes, y el mayor es para los supermercados más pequeños. La tasa de cambio utilizada fue de 7.00 quetzales por dólar.

RECOMENDACIONES

1. Por seguridad de la empresa inversionista, se recomienda que para grandes instalaciones, el contratista eléctrico entregue fianza por el anticipo, fianza por cumplimiento de contrato y fianza por garantía de un año de las instalaciones eléctricas.
2. Se recomienda que al finalizar un proyecto, la empresa contratista entregue planos finales de las instalaciones.
3. Es necesario que los materiales eléctricos que se utilicen para las instalaciones, sean nuevos, limpios y libres de defectos, y de la mejor calidad. Los materiales importados, de ser posible, deben ser aprobados por UL.
4. Es recomendable que la red de tierras de un supermercado tenga una resistencia menor de 3 homios.
5. Se recomienda que, en supermercados, todos los tomacorrientes que se usen sean polarizados.
6. Se aconseja que la placa de los tomacorrientes regulados sean de acero inoxidable, y que esté pintada de color rojo.
7. Es conveniente que en áreas húmedas, como las áreas de servicios de supermercados, las placas de los tomacorrientes y de suicheo, sean tipo intemperie.

8. Para cada circuito de tomacorriente de uso general, es recomendable asumir una carga de 200 Wats. El circuito será cargado al 50% de su capacidad, que resulta en un máximo de seis tomacorrientes por circuito.
9. Para circuitos de alumbrado general, se ha de computar la carga alimentada, de manera de no cargar más del 50% de la capacidad del circuito.
10. Para cada circuito de reserva previsto en un tabular, se deben computar cargas iguales a las dadas para los circuitos de alumbrado general o para los circuitos de carga dominante.
11. Se recomienda que para circuitos ramales que tienen cargas continuas y discontinuas, la capacidad del circuito no sea menor que la carga discontinua, más el 125% de la carga discontinua.
12. Para circuitos de iluminación de haluros metálicos o de alta presión de sodio, se deben utilizar conductores de cobre, con aislamiento para 90° C de temperatura.
13. Se recomienda no usar tuberías con diámetros mayores de 10 cm o menores de 1.3 cm.
14. El número de vueltas en un tramo de tubería entre salida y salida, entre accesorios, o entre accesorios y salidas, se recomienda que no sea mayor de 4 curvas de 90°.
15. La suma del área transversal de los conductores es recomendable que no sea mayor que el 20% del área de la sección transversal de

la canaleta. Los conductores no llenarán mas del 75% del área de la canaleta, en el lugar donde haya empalmes y derivaciones.

16. Se aconseja que para instalaciones de supermercados, se tenga un mínimo de 10% de iluminación natural mediante láminas de policarbonato o acrílicas, con el objeto de disminuir el costo por consumo de energía en iluminación durante el día.
17. Para tomacorrientes de piso para supermercados, se recomienda que se usen placas de bronce, y cajas de registro de hierro colado, resistentes al paso de las carretillas. Estos deben ubicarse a 10 cm del extremo de las góndolas de mercadería, para que su vida útil se alargue.
18. Es conveniente que, cuando menos el 50% de iluminación general, esté conectada al servicio de energía de emergencia del supermercado.
19. Si las lámparas son de haluros metálicos, se recomienda que cuando menos un 50% de ellas cuenten con bulbo de cuarzo de encendido instantáneo.
20. Se recomienda el uso de lámparas de emergencia de batería, para iluminar la tienda en el momento de arranque de la planta eléctrica. Este momento puede ser de 10 a 15 segundos.
21. En los sistemas de computo, se recomienda que la variación de tensión no sea mayor al 3% medidos desde el UPS, hasta el tomacorriente de salida.

22. Existen cargas especiales que necesitan continuidad de servicio total, por tal razón se servirán de acuerdo con su necesidad de alimentación, mediante una unidad ininterrumpida de corriente (UPS).
23. La caída de tensión máxima permisible, hasta el punto más desfavorable de un circuito ramal de alumbrado o tomacorrientes, es de 3%, con tal de que en los circuitos ramales y alimentadores no se excedan del 5% en total.
24. En las áreas de servicios, como la carnicería, la panadería, el área de embutidos y de verduras, se recomienda que el nivel de iluminación esté en el rango de 500 a 700 luxes.
25. En pasillos del área de servicios, es conveniente instalar un tomacorriente cada 10 ó 15 metros.
26. El nivel de iluminación en pasillos será de 200 luxes como mínimo, con iluminación fluorescente tipo industrial.
27. Cuando se usen varillas para la red de tierras, éstas deben ser de cobre de 8 pies de largo por 5/8 de pulgada de sección transversal, y separados, cuando menos 6 pies entre ellas, e interconectados.
28. Los conductores que alimentan un solo motor tendrán una capacidad mínima del 125% de la corriente a plena carga del motor.
29. Los conductores que alimentan más de un motor tendrán una capacidad de 1.25 veces la corriente de plena carga del mayor más la suma de las corrientes de los demás.

30. Los dispositivos de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito ramal de un motor, deben soportar las corrientes de arranque del motor.
31. Se recomienda que cuando se usen fusibles sin retardo de tiempo, la corriente no sea mayor del 400% de la corriente de plena carga del motor. Para fusibles con retardo de tiempo, la capacidad de estos no será mayor del 225% de la corriente de plena carga del motor.
32. Para disyuntores termomagnéticos, el ajuste de tiempo inverso pueden aumentarse pero, en ningún caso, exceder del 400% para corrientes de plena carga mayores de 100 amperios.
33. Un medio de desconexión deberá estar a la vista desde el lugar de control y uno a la vista del equipo.
34. Los medios de desconexión, que controlan una unidad sellada, deben ser escogidos con base en la corriente nominal indicada en la placa de características, o basarse en la corriente seleccionada para el circuito ramal; según la que sea mayor y de la corriente de rotor bloqueado; respectivamente.
35. Para tuberías subterráneas de bajo voltaje en el área de parqueo, maniobras, o parada de buses, el espesor mínimo de recubrimiento deberá ser de 60 centímetros con la tubería directamente enterrada en el suelo.
36. Un corto circuito es de gran magnitud, cuando ocurre cerca de los

grandes centros de distribución, de manera que el costo del conductor y del interruptor resultan prohibitivos, por lo que se recomienda especificarlos, considerando el punto de falla donde la probabilidad justifique el costo.

37. Para los sistemas eléctricos para equipo de cómputo y cajas registradoras de supermercados, se recomienda que la variación máxima de frecuencia sea de 1 hz. Esto se logra mediante UPS (unidades ininterrumpidas de energía).
38. En los sistemas de emergencia de supermercados, se aconseja que se alimenten los circuitos esenciales, como son: 50% de iluminación, los sistemas de cómputo, teléfonos, radio.
39. Es necesario que las características de capacidad interruptiva de los elementos del sistema sean diseñadas, para las condiciones más desfavorables de voltaje, en el momento cuando pueda ocurrir un cortocircuito.
40. Se recomienda que los sistemas de sonido de supermercados sean de bajo nivel de ruido, debido a que son altamente necesarios para el funcionamiento eficiente de éstos.
41. Los sistemas telefónicos, seguridad y radiofrecuencia, deben de estar conectados al sistema de emergencia, por la importancia que tienen en un supermercado.
42. De los datos mostrados en las tablas de resúmenes de las mediciones, se observa que es de buen criterio utilizar 40.3 wats/m^2 para estimar la demanda real promedio que tendrá una hipertienda,

y 47.5 wats/m^2 para supermercados.

43. De las mediciones, se puede concluir que es una buena aproximación, utilizar un factor de 57 wats/m^2 (área de venta), para estimar la demanda real que tendrá una hipertienda, y 72 wats/m^2 (área de venta) para supermercados tipo supertienda.
44. Se considera un buen criterio que para cargas de aire acondicionado, se tome un factor de 1 KW por tonelada y un factor de 1.6 a 2.2, cuando se incluyen equipos auxiliares. Para equipos menores de 100 toneladas, se debe usar el factor 2.3.
45. En cuartos fríos de gran tamaño, mayores de 1000 m^3 , puede considerarse un factor de demanda real de 38.00 watts/m^3 , que se va a refrigerar y un factor de 67 VA/m^3 , para el cálculo del transformador.
46. Para calcular el transformador de un supermercado moderno y surtido, y sin aire acondicionado, puede considerarse un factor de 63.3 VA/m^2 del área total, o un factor de 89 VA/m^2 del área de venta.
47. Para estimar la carga real por aire acondicionado, según las mediciones realizadas, pueden usarse 22 W/m^2 total del supermercado ó 27 W/m^2 del área de venta.
48. Para calcular el incremento de la capacidad del transformador, por si se va a agregar aire acondicionado, pueden usarse 39 VA/m^2 total del supermercado ó 48 VA/m^2 del área de venta.

49. Se recomienda que para que los costos y el funcionamiento de un sistema eléctrico sean efectivos, la subestación eléctrica y cuarto de tableros deben ubicarse cerca de los centros de carga de los supermercados. Asimismo, hay que ubicar los tableros donde se encuentren concentraciones grandes de tomacorrientes.
50. Los tableros deben ser agrupados, según su función, considerando para cada grupo, un factor de diversidad y de demanda.
51. Se recomienda que las instalaciones, equipos, lámparas y mantenimiento, sean lo más eficientes posibles, sin caer en costos prohibitivos, para obtener mejores costos por consumo de energía.

BIBLIOGRAFÍA

1. GAUS, Joachim. **Potencia de la corriente trifásica y su medición.** Barcelona: Marcombo, 1,989.
2. LEBLANC, Maurice. **Instalaciones eléctricas en la construcción.** Barcelona: Marcombo, 1,989.
3. PLAZOLA Cisneros, Alfredo. **Normas y costos de la construcción.** 2da edición, México: Mc. Graw Hill, 1,961.
4. STÉVENSON, Wílliam. **Análisis de sistemas eléctricos de potencia.** 2da edición, México: Mc. Graw Hill, 1,979.
5. COLEGIO DE INGENIEROS ELECTRICISTAS, MECÁNICOS E INDUSTRIALES DE COSTA RICA. **Código eléctrico de Costa Rica.** Costa Rica: s.e., 1992.
6. MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. **Manual de normas y criterios para proyectos de instalaciones eléctricas.** Caracas: editorial Arte, 1,968.
7. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA). **National electrical code 1987.** USA: s.e., 1986.
8. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA). **National electrical code 1989.** USA: s.e., 1,990.
9. DIVISIÓN COMERCIAL DE EEGSA. **Normas para acometidas de servicio eléctrico.** Undécima edición, Guatemala: Empresa Eléctrica, 1,995.