

Directorio del curso: Instalaciones Eléctricas para Edificios  
Octubre - Noviembre 1980.

1. Ing. Guillermo Aguilar Campuzano (Coordinador)  
Coordinador de la Administración Escolar  
UNAM  
Torre de Rectoría P.B.  
México 20, D.F.  
548 37 20
2. Ing. Noe Armas Morales  
Gerente de Instalaciones  
Proyectos, Instalaciones y Equipos, S.A.  
Sor J. I. de la Cruz No. 82  
México 4, D.F.  
547 88 94
3. Ing. Ignacio González Castillo  
Asesor de la Gerencia  
Richard y Bourlon, S.A.  
Alabama N. 80  
México 18, D.F.
4. Ing. José Antonio Lozano Villafaña  
Gerente General  
Logen, S.A.  
Tochtli 320  
Azcapotzalco  
Z.P.16  
561 46 40
5. Ing. Carlos Martínez Calderón  
Director Técnico  
Raychmen de México, S.A.  
5 de Mayo # 325 -2º Piso  
México 19, D.F.  
651 33 11
6. Ing. Sergio Ordoñez Lezama  
Gerente General  
Proyectos Industriales, S.A.  
Monterrey No. 89-303  
México 7, D.F.  
514 58 58
7. Ing. Pablo Zapiaín Lechuga  
Subdirector General  
Fideicomiso Lázaro Cárdenas  
Cerro Otate No. 18  
México 21, D.F.  
554 07 77



INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS  
(del 13 de octubre al 12 de noviembre )  
1 9 8 0

FECHA	DURACION	T E M A S	P R O F E S O R E S
13 de octubre	18 a 21 h	<p>INTRODUCCION Descripción del curso Presentación de los temas</p> <p>CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA Definición de una instalación eléctrica Diferentes puntos de vista del concepto Instalación eléctrica     Interno     Externo Punto de vista externo: elementos generales Punto de vista interno: elementos generales</p> <p>CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA Conveniencia Capacidad Regulación Accesibilidad Flexibilidad Seguridad</p> <p>REGLAMENTACION COMO INSTRUMENTO DE SEGURIDAD</p> <p>Reglamentación existente en México Sobre métodos: R.O.I.E. Antecedentes.Estado actual Sobre las personas: Capítulo XIX de la Ley de Instalación Eléctrica Sobre los materiales: Reglamentación D.G.E. Método de control sobre la reglamentación</p>	ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

FECHA	DURACION	TEMAS	PROFESORES
15 de octubre	18 a 21 h	<p>LA AUTORIDAD SOBRE REGLAMENTACION EN MEXICO</p> <p>Relación D.G.E. Usuarios</p> <p>Diversos Trámites</p> <p>Importancia de la Reglamentación</p>	ING. PECTOR SANCHEZ CEBALLOS
17 de octubre	18 a 21 h	<p>ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUTIVOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA</p> <p>Diagrama general</p> <p>Diversos elementos que la componen</p> <p>ANALISIS DE ELEMENTOS CONSTITUTIVOS</p> <p>Cargas</p> <p>Definición</p> <p>Determinación de una carga</p> <p>Clasificación de las cargas: normal y emergencia</p> <p>Carga de alumbrado. Determinación de la cantidad de lamparas en función del uso</p> <p>Método de lumens promedio</p> <p>Método de punto por punto</p> <p>Cargas de aparatos criterio para determi nar cargas</p> <p>Cargas de fuerza. Parámetros necesarios para su determinación</p>	ING. GUILLERMO AGUILAR CAMPUZANO
20 de octubre	18 a 21 h	<p>SISTEMAS DE DISTRIBUCION</p> <p>Elementos que integran los sistemas de distri bución</p> <p>Conductores</p> <p>Medio de soporte</p> <p>Protección</p> <p>Conductores. Clasificación según su uso</p> <p>Circuito derivado</p> <p>Circuito alimentador</p> <p>Circuitos derivados: definición y clasificación</p> <p>Circuito derivado de uso general: capacidad y restricción</p> <p>Circuito derivado para aparatos: capacidad y restricción</p>	ING. JOSE ANTONIO LOZANO VILLAFAGA



FECHA	DURACION	TEMAS	PROFESORES
		Circuito derivado para fuerza: elementos <u>in</u> <u>tegrantes</u> . Capacidad Circuitos alimentadores Determinación de la carga: factor de <u>de</u> <u>manda</u> Factor de diversidad Caída de voltaje. Centro de carga Alimentadores para fuerza y cargas mixtas Sistema de distribución: primaria, secundaria y mixtas. Diferentes sistemas	
22 de octubre	18 a 21 h	CONDUCTORES: CONDICIONES DE DISEÑO Características de un conductor Capacidad permisible Carga de caída de potencia Aislamientos Resistencia mecánica	ING. CARLOS MARTINES CALDERON
24 de octubre	18 a 21 h	MEDIO DE SOPORTE Y PROTECCION DE LOS CONDUCTORES Medio de soporte y protección de los conduc <u>to</u> <u>tores</u> Diferentes medios según R.O.I.E. Tubo conduit Ductos metálicos Charolas	ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO
27 de octubre	18 a 21 h	MEDIOS DE PROTECCION Sobrecorriente: orígenes Sobrecarga Corto circuito Medio de protección VS sobrecorrientes Fusibles Interruptores automáticos	ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON

FECHA	DURACION	T E M A S	P R O F E S O R E S
29 de octubre	18 a 21 h	SELECCION DE PROTECCION Protección de conductores Protección de cargas Medio de control Dispositivos de control para alumbrado Circuitos alimentadores Dispositivos de control para fuerza Circuitos alimentadores: el arrancador  CENTROS DE DISTRIBUCION Tableros primarios Tableros secundarios	ING. NOE ARMAS MORALES
31 de octubre	18 a 21 h	SUBESTACIONES USADAS EN INSTALACIONES PARA EDIFICIOS Subestaciones receptoras Subestaciones derivadas	
3 de noviembre	18 a 21 h	SISTEMAS DE GENERACION Usos de emergencia Usos continuos Plantas de emergencia: selección y deter <sub>minación</sub> de la capacidad Sistemas de corriente directa: reglamentación Características generales	ING. SERGIO ORDOÑEZ LEZAMA
5 de noviembre	18 a 21 h	SUMINISTROS DE ENERGIA ELECTRICA Empresa suministradora Sistema de distribución central de la Cía. de Luz y Fza. del Centro, S.A. Descripción Tensiones usuales Líneas de servicio En alta tensión: medición alta Medición en baja En baja tensión: monofásica, 2 y 3 fases Local para subestación	CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A

FECHA	DURACION	TEMAS	PROFESORES
		Contratación Tarifas Régimen de cuotas Provisionales Bajo factor de potencia Doble alimentador	
7 de noviembre	18 a 21 h	INSTALACIONES ESPECIALES Sistemas de centralización y alarmas Sistemas de comunicación: teléfonos Sistemas de sonido	ING. PABLO ZAPIAIN LECHUGA
10 de noviembre	18 a 21 h	SISTEMAS DE PARARRAYOS	ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO
12 de noviembre	18 a 21 h	REPRESENTACION DE UNA INSTALACION ELECTRICA PLANOS CARACTERISTICAS DE LOS MISMOS PARA LA C.F.E.  PANEL CON LA DIRECCION DE ELECTRICIDAD. PREGUNTAS Y RESPUESTAS	ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS





centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION  
ELECTRICA

Ing. Ignacio O. González Castillo

OCTUBRE, 1980



## INTRODUCCION

### INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

#### OBJETIVO

PROPORCIONAR LOS CRITERIOS BASICOS NECESARIOS PARA CONOCER, PROYECTAR Y CONSTRUIR LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE UN EDIFICIO

#### METODOLOGIA

ANALIZAR UN PANORAMA GENERAL DE LOS CONCEPTOS MAS IMPORTANTES QUE INTERVIENEN EN:

- . LAS CONDICIONES NECESARIAS PARA QUE UNA INSTALACION ELECTRICA SEA ADECUADA
- . LOS METODOS Y SISTEMAS USADOS EN:
  - . EL DISENO DE UNA I.E.
  - . LA CONSTRUCCION DE UNA I.E.
- . LAS CARACTERISTICAS QUE DEBEN CUMPLIR:
  - . MATERIALES
  - . EQUIPOS

#### DESCRIPCION DE CURSO

EN LA FIGURA 1 ANEXA, SE PRESENTA LA DESCRIPCION Y ORGANIZACION DE LAS SESIONES.

THE HISTORY OF THE UNITED STATES

CHAPTER I  
THE EARLY HISTORY OF THE UNITED STATES

THE EARLY HISTORY OF THE UNITED STATES  
FROM 1492 TO 1776

THE EARLY HISTORY OF THE UNITED STATES  
FROM 1492 TO 1776

THE EARLY HISTORY OF THE UNITED STATES  
FROM 1492 TO 1776

THE EARLY HISTORY OF THE UNITED STATES

FROM 1492 TO 1776

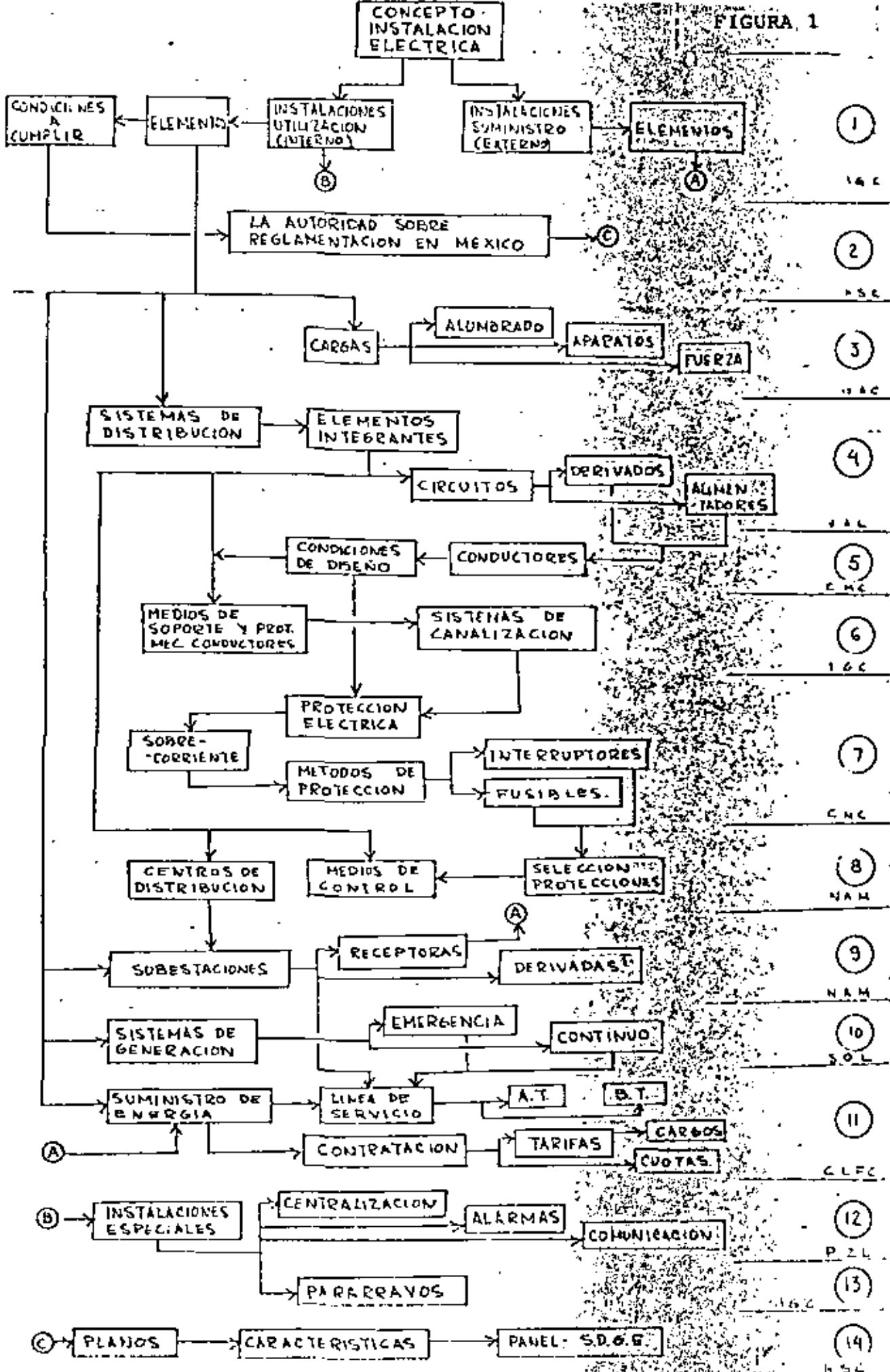
THE EARLY HISTORY OF THE UNITED STATES

THE EARLY HISTORY OF THE UNITED STATES

FROM 1492 TO 1776



FIGURA 1





## CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO O. GONZALEZ CASTILLO

EL TERMINO "INSTALACION ELECTRICA" COMPRENDE EL CONJUNTO DE APARATOS, CONDUCTORES Y ACCESORIOS DESTINADOS A LA PRODUCCION, DISTRIBUCION Y UTILIZACION DE LA ENERGIA ELECTRICA.

ESTE CONJUNTO LO PODEMOS CONSIDERAR DESDE DOS PUNTOS DE VISTA:

### EXTERNO E INTERNO

DESDE EL PUNTO DE VISTA EXTERNO, SE DEBEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS, GENERALMENTE FORMADOS POR INSTALACIONES DE LAS COMPANIAS SUMINISTRADORAS DEL SERVICIO DE ENERGIA (CIA. DE LUZ, CFE):

FUENTE DE ENERGIA  
EQUIPO DE GENERACION  
SISTEMA DE TRANSMISION  
SISTEMA DE DISTRIBUCION

LOS ELEMENTOS INTEGRANTES DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE ESTE PUNTO DE VISTA, PARA EL CASO DEL SISTEMA CENTRAL DE LA RED DE LA CFE, PUEDEN OBSERVARSE EN LAS FIGURAS 1, 2, 3 y 4

DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO, EL CONCEPTO "INSTALACION ELECTRICA", RESTRINGE, DE TODOS LOS ELEMENTOS MENCIONADOS, ES DECIR, CONDUCTORES, APARATOS Y ACCESORIOS NECESARIOS, AQUELLAS INSTALACIONES DE LA CIA. SUMINISTRADORA, Y ABARCA SOLAMENTE LAS INSTALACIONES DEL USUARIO, Y ESTA INTEGRADO POR LOS ELEMENTOS GENERALES QUE SE DETALLAN EN LA FIG. 5.

ANALISIS DE LOS ELEMENTOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO.

A. DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA

LOS DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA ESTAN FORMADOS POR LAS "LINEAS DE SERVICIO", QUE SON LOS CONDUCTORES Y EL EQUIPO QUE SE USAN PARA EL SUMINISTRO DE LA ENERGIA ELECTRICA DESDE LAS LINEAS O EQUIPOS INMEDIATOS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTOS HASTA LOS MEDIOS PRINCIPALES DE DESCONEXION Y PROTECCION DE LA INSTALACION SERVIDA. QUEDAN PUES FORMADAS POR LA "ACOMETIDA" Y POR EL "EQUIPO DE MEDICION" DE LA COMPANIA DE LUZ.

B Y C. DISPOSITIVOS DE DESCONEXION Y PROTECCION PRINCIPAL

EL 2o. Y 3er ELEMENTO NORMALMENTE ESTAN INTEGRADOS EN UN SOLO DISPOSITIVO, DE ACUERDO CON LAS DISPOSICIONES DE LOS ARTICULOS 7-9 Y 7-16 DEL R. DE O. EIE. TODA ENTRADA DE SERVICIO DEBE TENER UN DISPOSITIVO QUE PERMITA DESCONECTAR A TODOS LOS CONDUCTORES DE LA INSTALACION SERVIDA, ASI COMO UN MEDIO DE PROTECCION CONTRA SOBRE-CORRIENTE.

D Y E. SISTEMA DE DISTRIBUCION

EL 4o. ELEMENTO, O SEA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION SE ACOSTUMBRA DIVIDIR EN PRIMARIO Y SECUNDARIO, DE ACUERDO CON LA CONDICION DE QUE EL VOLTAJE DE SUMINISTRO SE TRANSFORME O NO EN LA INSTALACION SERVIDA O AUN DE ACUERDO CON LOS DIFERENTES PASOS QUE SE PLANEEN EN LA DISTRIBUCION. EL SISTEMA DE DISTRIBUCION ESTA INTEGRADO POR:

- 1) LOS CIRCUITOS DERIVADOS
- 2) LOS TABLEROS DE DISTRIBUCION
- 3) LOS ALIMENTADORES

POR ULTIMO TENDREMOS LA UTILIZACION MISMA DE LA ENERGIA EN EL CONJUNTO DE ELEMENTOS QUE INTEGRAN LA "CARGA".

UNA INSTALACION ELECTRICA PUEDE SER TAN COMPLICADA COMO LA ANTERIOR, O TAN SIMPLE QUE CONSISTA EN UNA SOLA CARGA, PERO ES IMPORTANTE QUE SIEMPRE SEA "ADECUADA" Y QUE FACTORES SON LOS QUE HAY QUE CONSIDERAR PARA QUE UNA INSTALACION ELECTRICA SEA DEACUADA.

DEBEMOS DE CONSIDERAR

CONVENIENCIA  
CAPACIDAD  
REGULACION  
ACCESIBILIDAD  
FLEXIBILIDAD  
SEGURIDAD

CONVENIENCIA:

SUS CARACTERISTICAS DEBEN DE SER CONGRUENTES CON EL SISTEMA DE SUMINISTRO DE LA CIA. ABASTECEDORA, Y SUS NORMAS O CON EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO. EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PUEDE SER URBANO O PROPIO, CON LA CONSIDERACION DE QUE SALVO CASOS ESPECIALES, EL SISTEMA PROPIO SOLO ES POSIBLE PARA CASOS DE EMERGENCIA.

ADEMAS, SUS CARACTERISTICAS DEBEN SER CONGRUENTES CON EL EQUIPO STANDARD EN EL MERCADO Y DEBE DE TENDER A LA MAXIMA STANDARIZACION.

CAPACIDAD

DEBEN SER CAPACES TODAS SUS PARTES DE CONDUCIR LAS CORRIENTES DE REGIMEN ESTABLECIDOS POR EL USO Y DEBEN DE PREVEERSE RESERVAS LOGICAS EN TODAS SUS PARTES.

REGULACION

DEBE DE PROVEER LA MAXIMA ESTABILIDAD DEL VOLTAJE, O SEA PROPORCIONAR LA CANTIDAD DE ENERGIA NECESARIA EN CADA PUNTA AL VOLTAJE REQUERIDO.

DEBEN POR LO TANTO CONSIDERARSE LA LONGITUD DE LOS CONDUCTORES EN RELACION CON LA LOCALIZACION DE LAS CARGAS PARA DEFINIR CAIDAS DE VOLTAJE ACEPTABLES.

DEBEN DE ESTUDIARSE LAS VARIACIONES DE LAS DIFERENTES CARGAS EN FUNCION CON SU CONCENTRACION EN ALIMENTADORES INDIVIDUALES.

ACCESIBILIDAD

DEBE SER ACCESIBLE PARA:

INSTALACION

OPERACION

MANTENIMIENTO

AMPLIACIONES FUTURAS

FLEXIBILIDAD

DEBERA EN LO POSIBLE CONSIDERAR LA POSIBILIDAD DE CAMBIOS EN OPERACION O POR LOCALIZACION.

SEGURIDAD

SE DEBE DE CONSIDERAR LA SEGURIDAD DE:

EQUIPO

PERSONAL EN OPERACION

PERSONAL EN MANTENIMIENTO

FALLAS DE OPERACION

LA CONDICION BASICA MINIMA DE SEGURIDAD, LA ESTABLECE EL CUMPLIMIENTO DE LA REGLAMENTACION. LA REGLAMENTACION EN NUESTRO PAIS LA PODEMOS CONSIDERAR FORMADA POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

SOBRE METODOS Y SISTEMAS

MEDIANTE EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS, EL CUAL FUE PUBLICADO EL 31 DE MARZO DE 1950.

SU ANTECEDENTE ES EL REGLAMENTO NACIONAL ELECTRICO (1926), BASADO EN EL NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) DE LOS ESTADOS UNIDOS.

EL NATIONAL ELECTRICAL CODE ESTA PATROCINADO POR "NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION" ASOCIACION PRIVADA.

ES NORMA OFICIAL EN LOS EU

EL PRIMER CODIGO (O LA PRIMERA EDICION) FUE PUBLICADO EN 1897 Y HA SUFRIDO MULTIPLES REVISIONES.

SE REvisa DE TIEMPO EN TIEMPO, PERO NO A INTERVALOS FIJOS.

FUNCIONA UN COMITE PERMANENTE PARA SU REVISION

ACTUALMENTE ESTA EN VIGOR EL DE 1978

EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS DE 1950 NO SE HA ACTUALIZADO, POR LO TANTO ES YA OBSOLETO, EXISTE ACTUALMENTE UNA PROPOSICION PARA SU ACTUALIZACION.

ADEMAS DE LA REGLAMENTACION SOBRE INSTALACIONES, EXISTE TAMBIEN SOBRE MATERIALES Y SOBRE PERSONAS DEDICADAS A TRABAJOS EN INSTALACIONES ELECTRICAS.

#### SOBRE LAS PERSONAS

MEDIANTE EL CAPITULO XIX DEL REGLAMENTO DE LA LEY DE LA INDUSTRIA ELECTRICA

#### SOBRE MATERIALES

MEDIANTE EL REGISTRO "SEPAFIN", EXPEDIDO POR LA DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE LA SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, DE TODOS LOS MATERIALES Y EQUIPOS USADOS.

(ES EL ANTIGUO REGISTRO "SC-DGE" QUE HASTA FEBRERO DE 1979 EXPEDIA LA SECOM)

TODAS ESTAS DISPOSICIONES, FORMAN PARTE DE LA LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA, PUBLICADA EN EL "DIARIO OFICIAL" EL 22 DE DICIEMBRE DE 1975.



CONTROL ESTABLECIDO POR LA REGLAMENTACION

LA AUTORIDAD QUE VIGILA EL CONTROL DE LA REGLAMENTACION EN MEXICO, ES LA SECRETARIA DEL PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, A TRAVES DE LA SUBDIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD, DE LA DIRECCION GENERAL DE ENERGIA.

EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE PROYECTO, CONSTRUCCION Y TRAMITE EL CONTROL DEL CUMPLIMIENTO DE NUESTRA REGLAMENTACION SE ESTABLECE SEGUN SE OBSERVA EN LAS FIGURAS 6 (ZONA METROPOLITANA) Y (PROVINCIA)

## Localización geográfica de Plantas, Subestaciones y Líneas de Transmisión que dan servicio al Sistema Central

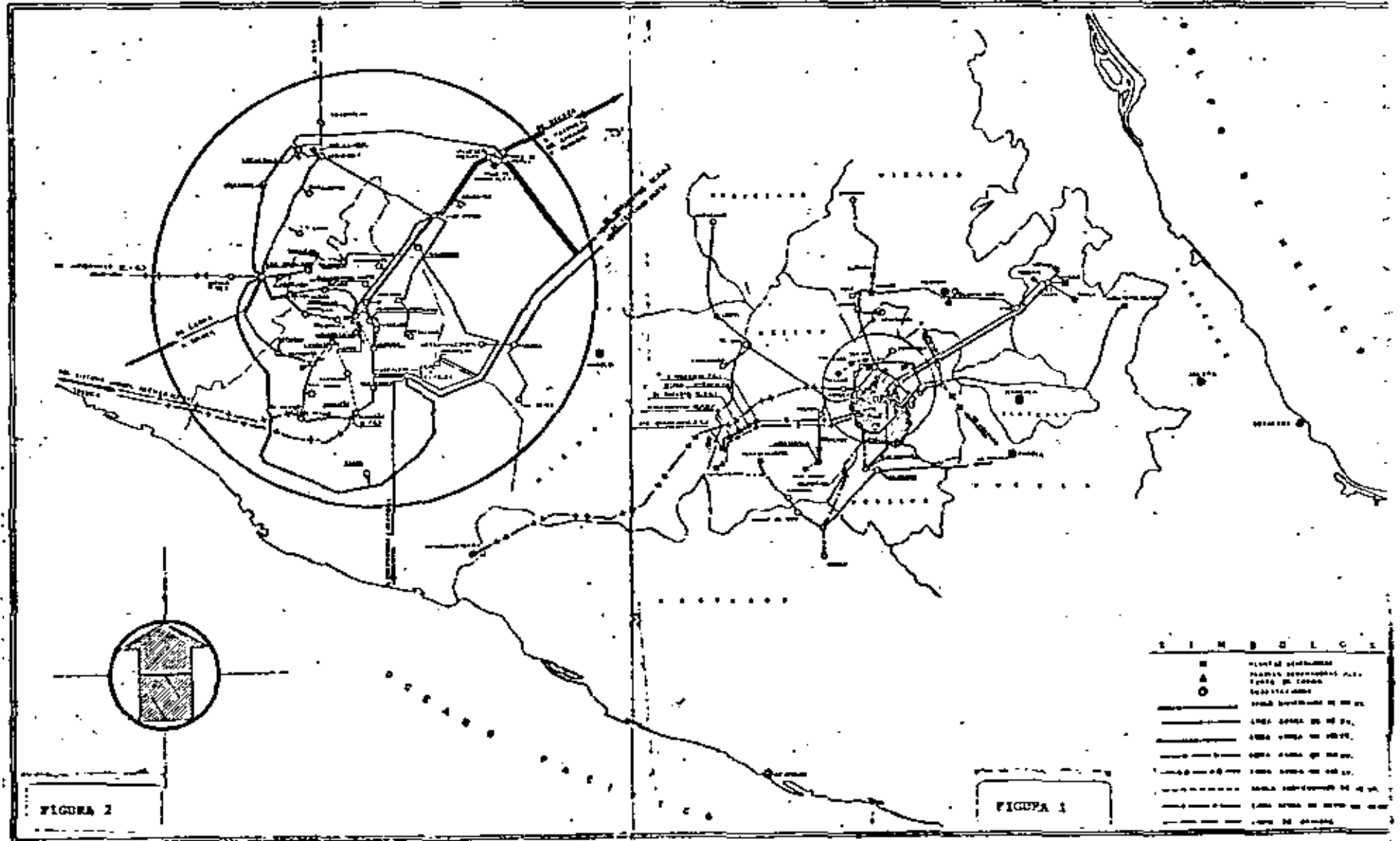
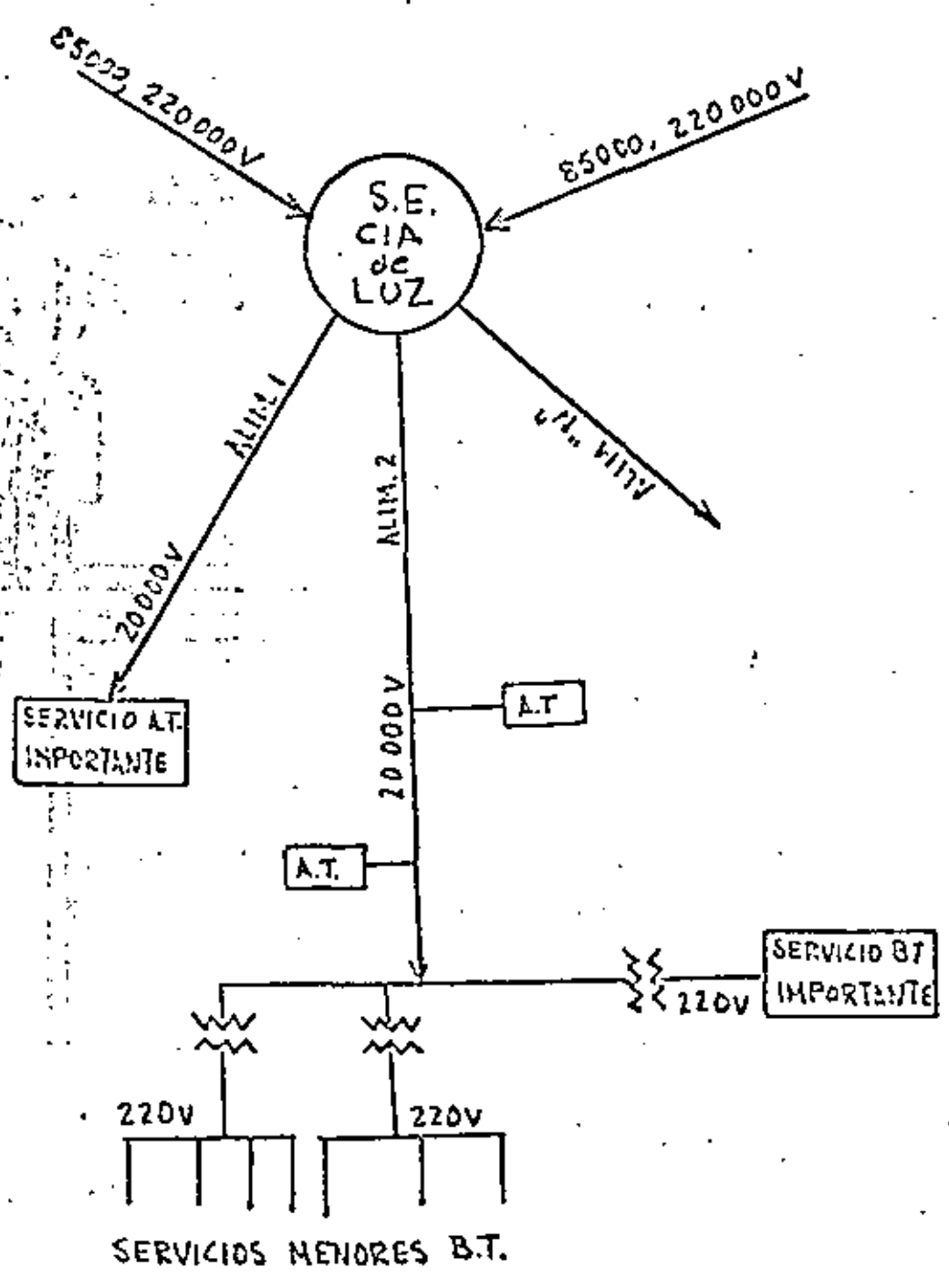
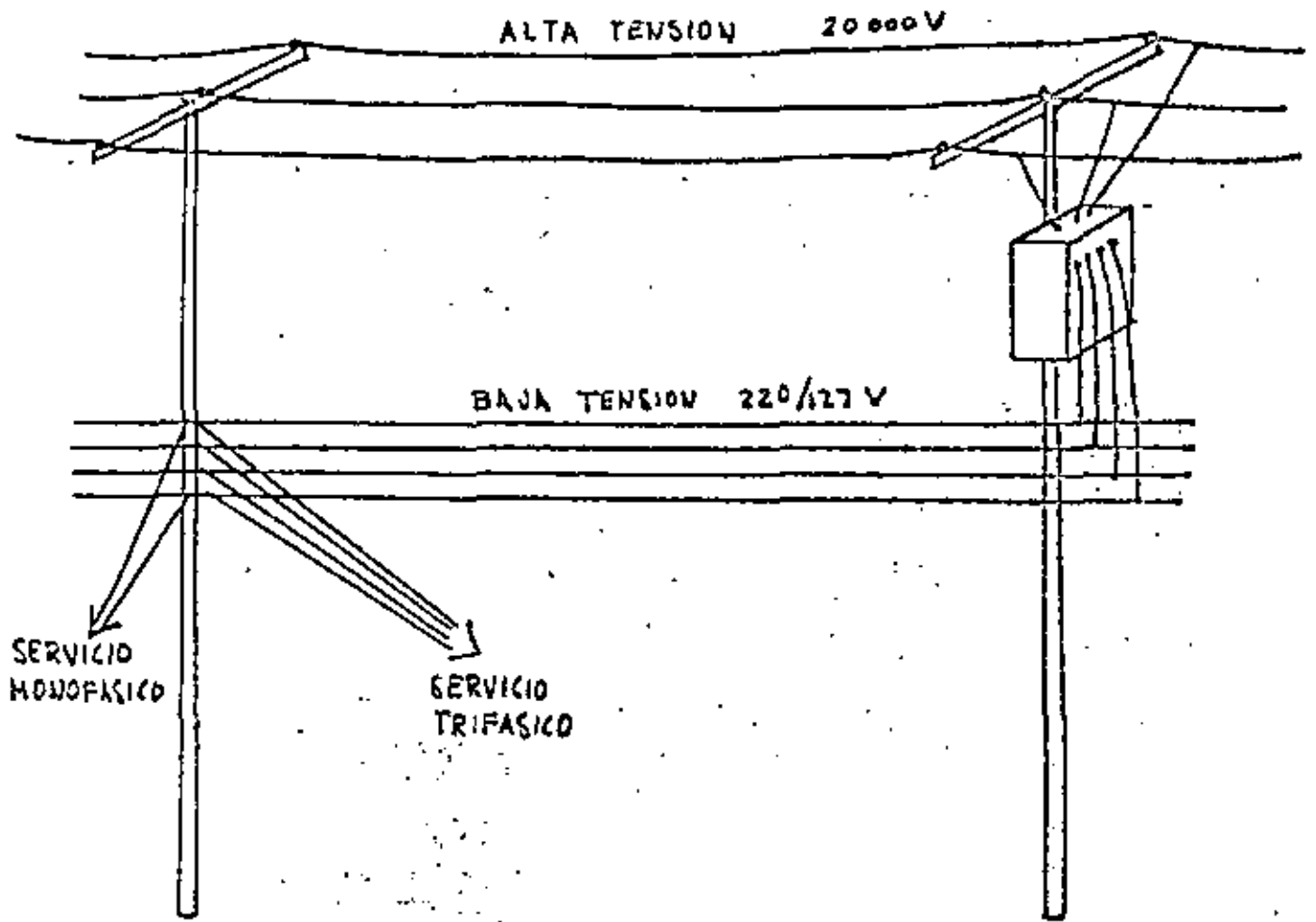
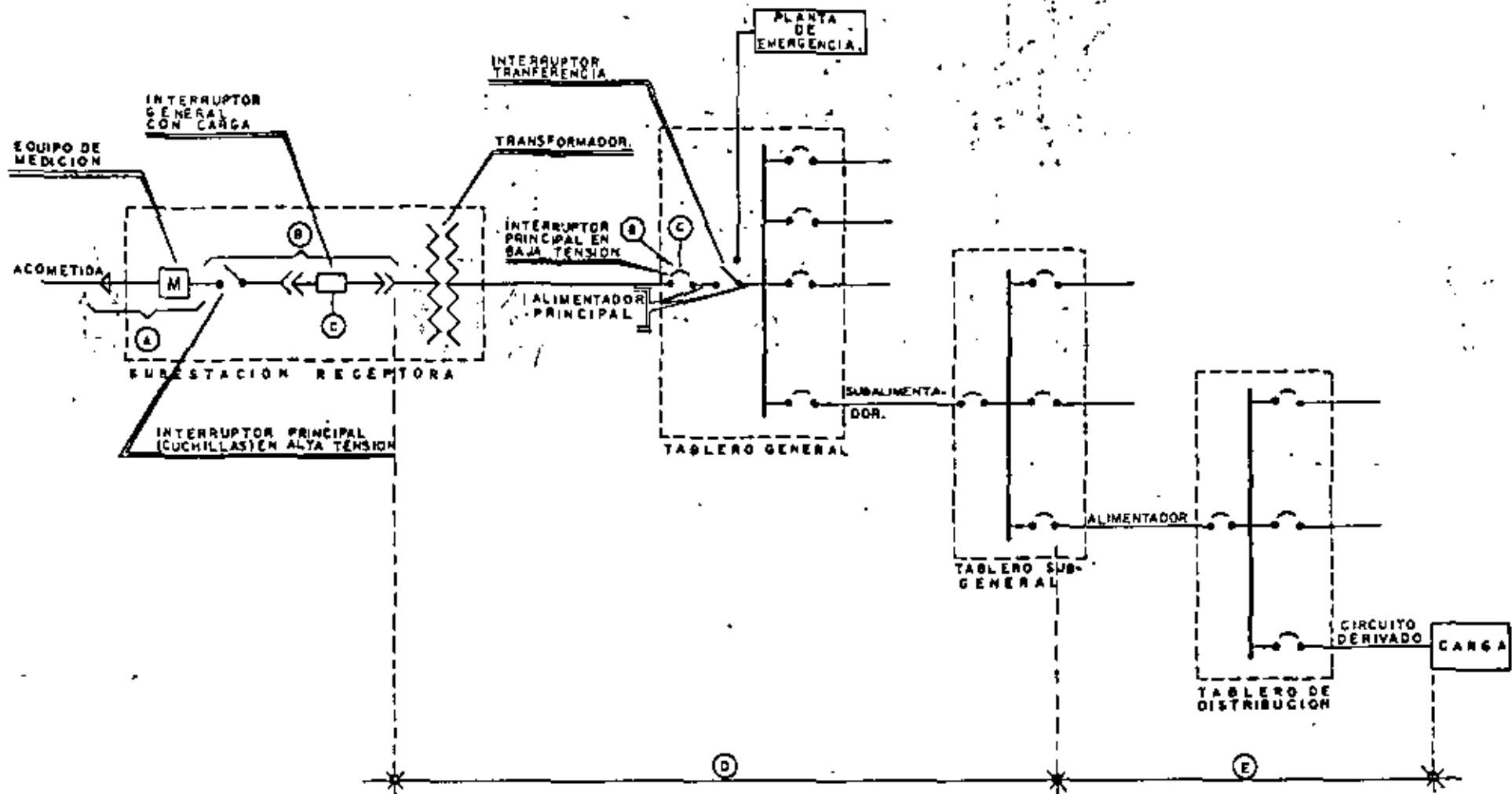


FIGURA 2

FIGURA 1







- (A) DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA.
- (B) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE DESCONEXION.
- (C) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE PROTECCION.
- (D) SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIO.
- (E) SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIO.

FIGURA 5

IGC

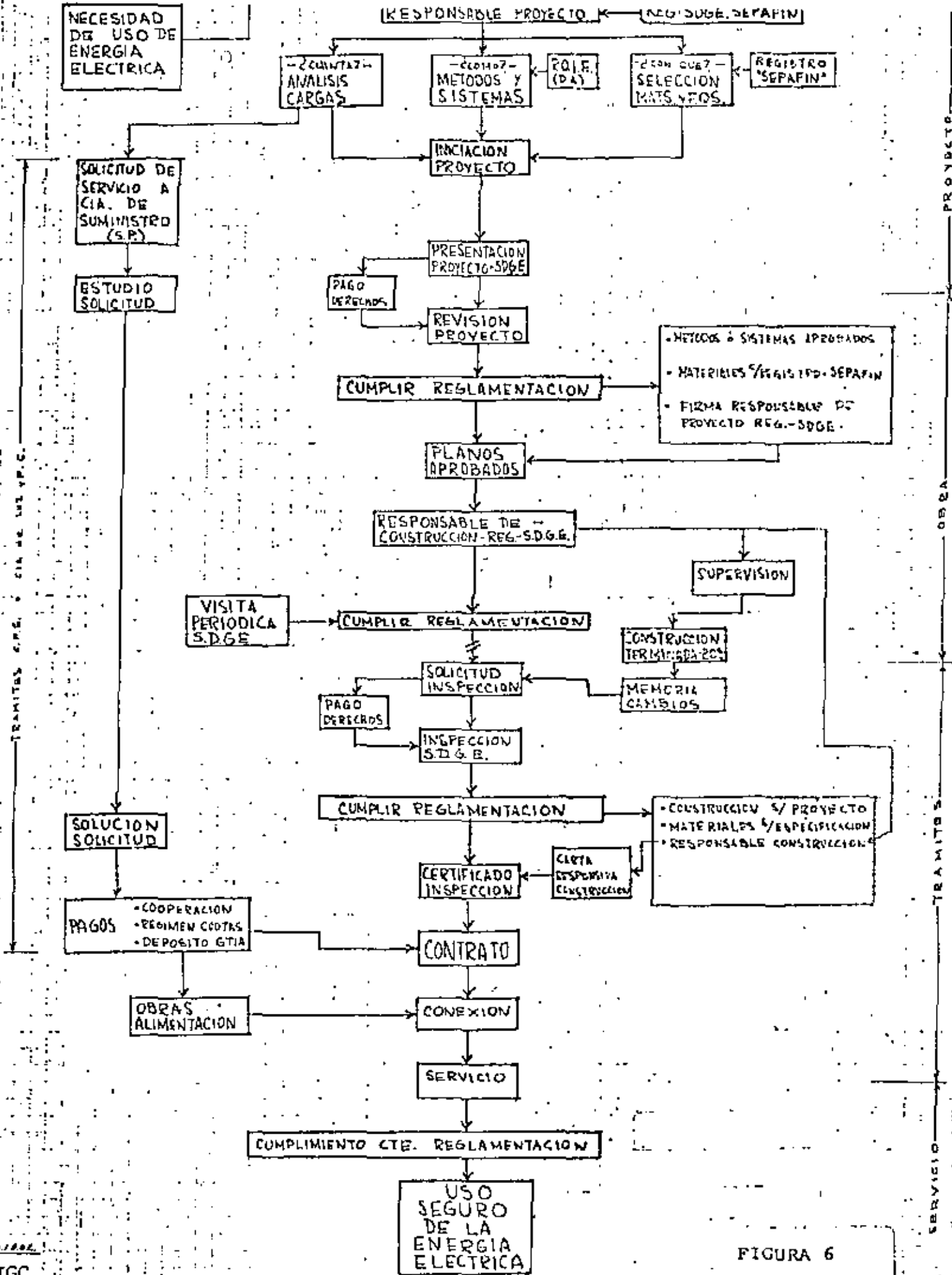


FIGURA 6

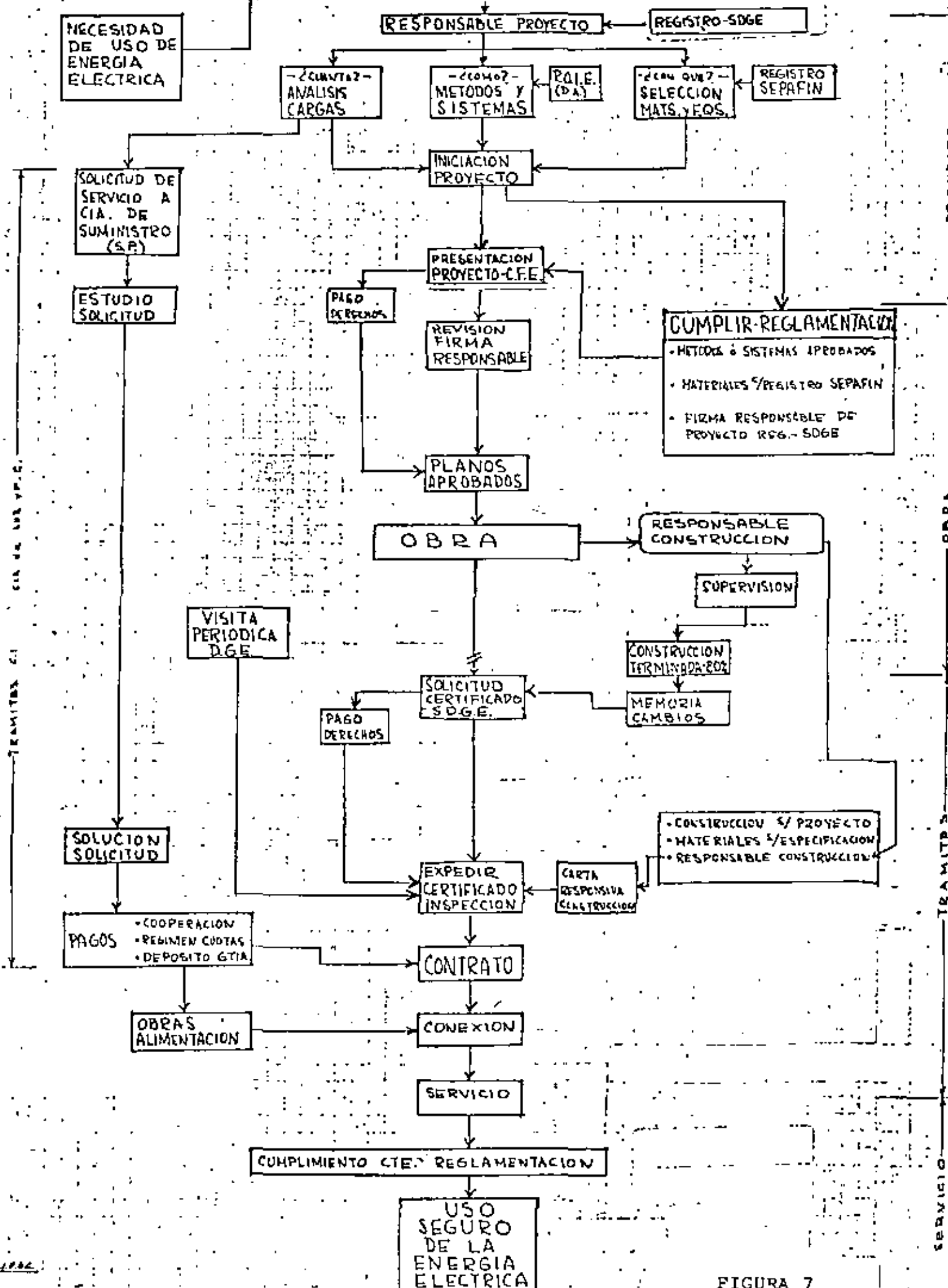


FIGURA 7











centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



## INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

### ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUYENTES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

Ing. Guillermo Aguilar Campuzano

OCTUBRE, 1980



ING. GUILLERMO AGUILAR CAMPUZANO.

*26 de octubre*

TERCERA SESION.- Viernes 7-de-julio.

V.- Elementos principales constitutivos de una instalación eléctrica.

a).- Diagrama general.- El diagrama general que se muestra en la figura 1, nos indica los principales elementos que constituyen una instalación eléctrica, desde la carga más elemental, pasando por los diversos - - dispositivos de que se compone hasta la acometida en la que entrará - la alimentación por parte de la compañía suministradora.

b).- Diversos elementos que la componen.- Los elementos integrantes de una instalación eléctrica son los siguientes:

1.- Dispositivos de recepción de energía.- Los dispositivos de recepción de la energía están formados por las líneas de servicio, que son los conductores y el equipo que se usan para el suministro - de la energía eléctrica desde las líneas o equipos inmediatos del sistema general de abastecimiento hasta los medios principales de medición y protección de la instalación alimentada.

2 y 3.- Dispositivos de desconexión y protección principal.

El 2o. y 3o. elementos están normalmente integrados en un solo dispositivo, ya que de acuerdo con las disposiciones del R.O.I.E., indica que la entrada de servicio debe tener un elemento que permita desconectar a todos los conductores de la instalación alimen

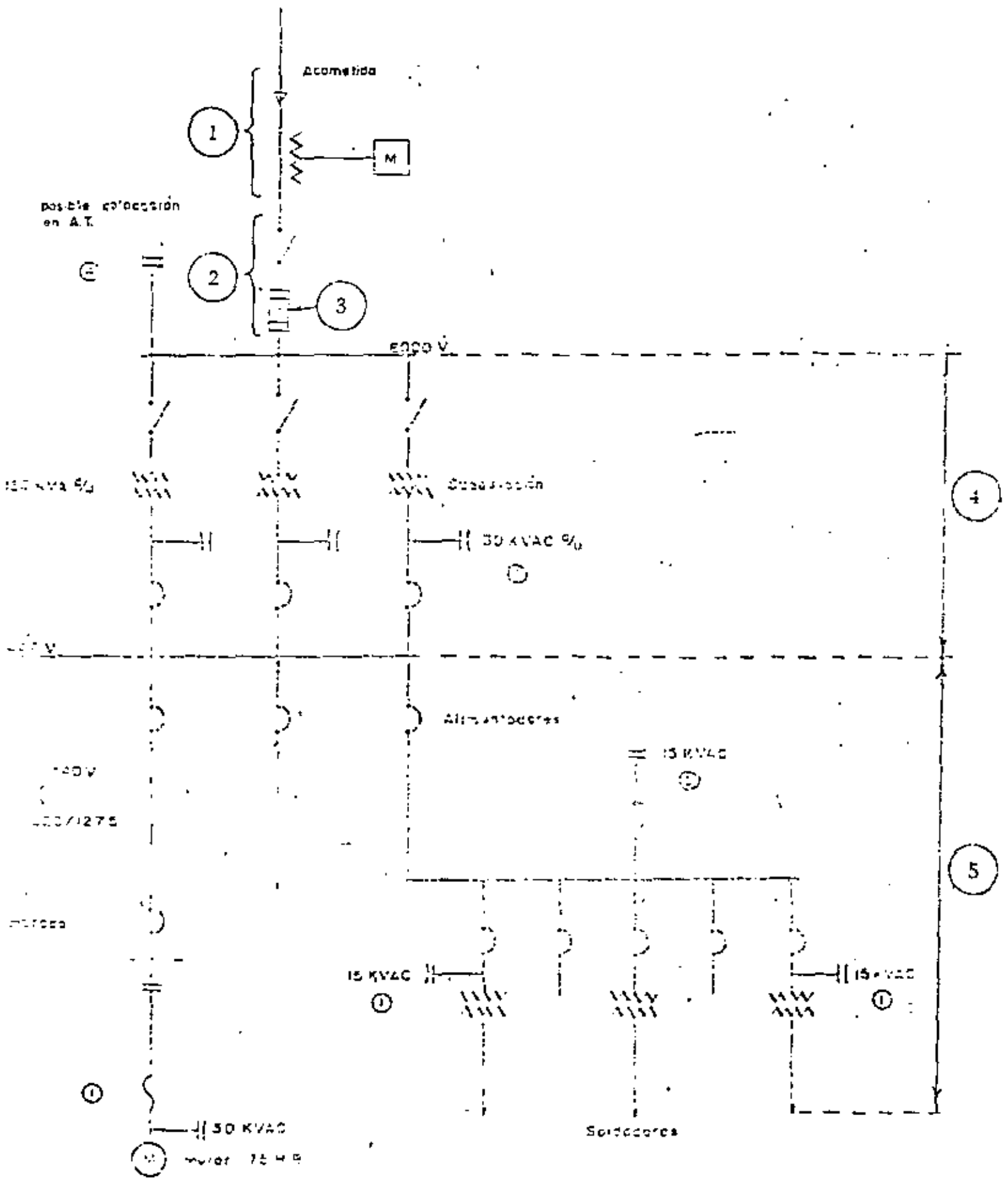


FIG. 2

tada, así como un medio de protección contra sobrecorriente.

4 y 5 - Sistema de distribución.- El siguiente elemento o sea el -- sistema de distribución, se acostumbra dividir en primario y secundario, de acuerdo con la característica de que la tensión de su ministro se transforme o no en la instalación alimentada, o también de acuerdo con las diferentes fases que se planeen en la distribución. Este sistema está integrado por:

- ° Los circuitos derivados.
- ° Los tableros de distribución
- ° Los alimentadores.

6.- Dispositivos de utilización o cargas.- Este será el dispositivo de nuestro sistema que nos representará al conjunto de elementos que usarán la energía eléctrica del sistema.

## VI.- Análisis de los elementos constitutivos.

a).- Cargas.- El análisis de la instalación eléctrica la desarrollaremos a partir del último elemento, o sean los dispositivos de utilización o -- cargas.

La carga se define como cualquier dispositivo adecuado para absorber o transformar la energía eléctrica, ya sea en energía luminosa ( lám<sup>pas</sup> ), energía mecánica ( motores ), energía térmica ( calefacto--

res ), o en cualquier otra forma de energía, por lo que estos elementos constituyen los dispositivos de utilización de energía eléctrica.

Las cargas de acuerdo a su fuente de alimentación se clasifican como sigue:

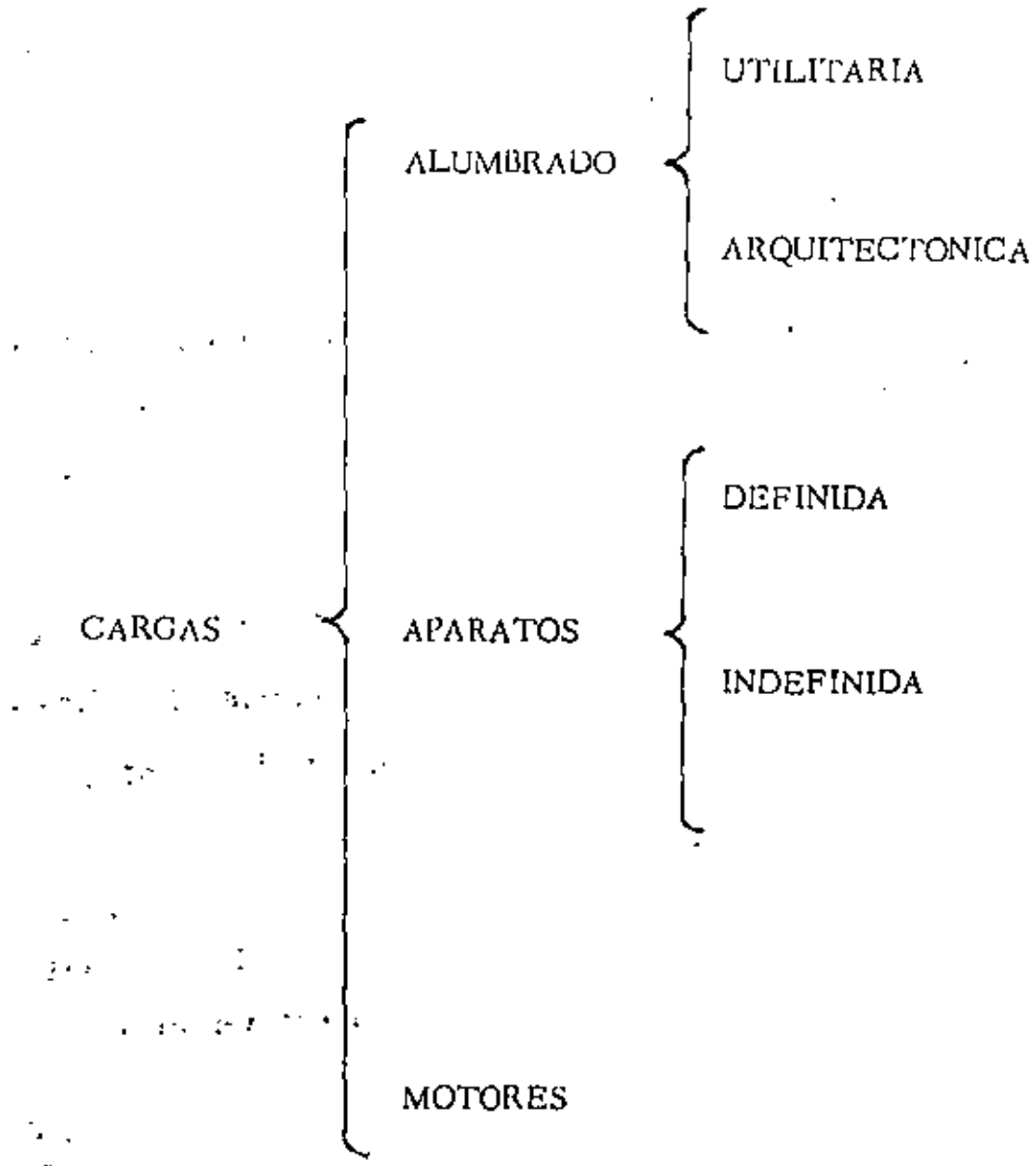
- 1.- Cargas en el sistema normal.
- 2.- Cargas en el sistema de emergencia

La primera de ellas nos indica que los dispositivos de utilización o cargas están conectados al sistema de alimentación de la compañía suministradora de energía eléctrica y las segundas son las que estando también conectadas al sistema de alimentación de la compañía suministradora, se consideran básicas para proporcionar los servicios para lo cual han sido instaladas por lo que, en el caso de falla por parte de la compañía suministradora, estas cargas estarán conectadas a un generador de energía eléctrica adicional ( planta de emergencia ) - que le suministrará la energía eléctrica necesaria mientras dure la falla mencionada.

Para analizar las cargas, ya sean de servicio normal o de emergencia, se clasifican de la forma siguiente:

- 1.- Cargas de alumbrado.
  - ° Utilitaria.





° Arquitectónica.

2.- Cargas de aparatos.

° Definida.

° Indefinida.

3.- Cargas de motores.

1.- Cargas de alumbrado. - Estas cargas se han dividido en utilitarias y arquitectónicas.

Cargas de alumbrado utilitarias.

Estas cargas sirven para proporcionar la energía luminosa necesaria para iluminar una determinada superficie y permite la visión a un máximo de velocidad, precisión y facilidad, con un mínimo esfuerzo y fatiga.

La característica principal de este tipo de carga es que se encuentra uniformemente distribuida en función del nivel de iluminación.

El nivel de iluminación está en función del uso del local y se mide en unidades llamadas luxes. De acuerdo a los diversos usos específicos, existen tablas que indican los niveles de iluminación recomendables, los que se consideran sobre el plano del trabajo, ya sea horizontal, vertical u oblicuo.

En el caso donde el área del trabajo no esté definida, la iluminación se considera sobre un plano horizontal de 75 cm. por encima del suelo.

Los valores dados por estas tablas son considerados como el nivel luminoso mínimo recomendado para cualquier punto sobre el sitio de trabajo y en cualquier momento. Esto significa que una instalación debe ser proyectada de tal manera, que ni la suciedad de las luminarias, lámparas, paredes y techos, ni la distribución normal en la emisión luminosa de las lámparas en sí, hagan disminuir la iluminación en algún momento por debajo del nivel recomendado.

Se anexan las tablas que representan los niveles recomendados -- por la I. E. S. ( Illumination Engineering Society ), y por la -- ( Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminación ).

Para diseñar las instalaciones de alumbrado existen dos métodos -- que son los siguientes:

- ° Método de los lúmenes.
- ° Método de punto por punto.

El método de los lúmenes proporciona el nivel medio de luxes mediante la utilización de expresiones realmente sencillas. Cada --

⊕ Niveles mínimos de iluminación recomendados para el alumbrado general de interiores

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)		Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
<b>Archivos.</b>		Sala de reconocimiento de ojos, oído, nariz y garganta .....	500
Reparto o asamblea .....	150	Sala de fracturas:	
Exposición y exhibiciones .....	300	General .....	500
<b>Bancos.</b>		Mesa de operaciones .....	2000
Vestíbulos:		Laboratorios:	
General .....	500	Salas de ensayo .....	300
Área de trabajo .....	700	Mesas de trabajo .....	500
Compuartillos, claves, etc. ....	1500	Trabajos delicados .....	1000
<b>Bombas (en Servicios del Municipio).</b>		Dibujos .....	700
<b>Correos (Oficinas de).</b>		Salas de armarios .....	200
Mesas del vestíbulo .....	300	Vestíbulos y pasillos .....	300
Clasificación, tintero, etc. ....	1000	Archivo de protocolos médicos .....	1000
<b>Escuelas.</b>		Salas de enfermeras:	
Lectura de textos impresos .....	300	General .....	200
Lectura de textos a lápiz .....	700	Pizarras y diagramas .....	500
Lectura de textos en papel de copias:		Despacho de medicinas .....	1000
Bancos .....	300	Salas de trabajo de enfermeras .....	300
Mesas .....	1000	Casas-cuinas:	
Salas de dibujo y bancos de trabajo .....	1000	General .....	100
Pizarras .....	1500	Mesa de reconocimiento .....	700
Salón de costura .....	1500	Pediatría y sala de juegos .....	300
<b>Estaciones, cocheras y terminales.</b>		<b>Obstetricia:</b>	
Salas de espera y salas para fumadores .....	300	Salas de esterilización .....	300
Despacho de billetes: general, ventanilla, mostradores .....	1000	Salas de consulta .....	200
Facturación de equipajes .....	500	Sala de partos, general .....	1000
Andenes y almacenes .....	200	Mesa de partos .....	25000
Servicios y lavabos .....	300	Farmacias:	
<b>Galerías de arte.</b>		General .....	300
General .....	300	Mesas de trabajo .....	1000
Sobre los cuadros (alumbrado suplementario) .....	300*	Almacén de productos .....	300
Para esculturas y demás objetos de arte .....	1000**	Habitaciones y salas* .....	100
<b>Hospitales</b>		Lectura .....	300
Cuartos de anestesia y preparación .....	300	Locales para pacientes mentales .....	100
Autopsia y depósito de cadáveres:		Trabajo con radioisótopos:	
Sala de autopsias .....	1000	Laboratorio radioquímico .....	300
Mesa de autopsias .....	25000	Salón de medidas .....	200
Depósito general .....	200	Mesas de trabajo .....	500
Central esterilizadora:		Solariums .....	200
General .....	300	Almacenes:	
Afilado de agujas .....	1500	General .....	150
Departamento odontológico:		Oficinas .....	700
General .....	700	Cirugía:	
Vitrina de instrumental .....	1500	Salas de instrumentos y esterilización .....	300
Sillón dental .....	10000	Salas de limpieza (instrumentos) .....	1000
Laboratorio, bancos .....	1000	Salas de operaciones, general .....	1000
Sala de recuperación .....	50	Mesas de operaciones .....	25000
Sala de emergencias:		Salas de recuperación .....	300
General .....	1000	Radioterapia:	
Local .....	20000	Física .....	200
Sala de reconocimiento y tratamiento:		Aplicada .....	300
General .....	500	Lavabos .....	100
Mesa de reconocimiento .....	1000	Otros locales .....	200
Salidas (nivel luminoso en el suelo) .....	50	Salas de espera:	
Ojos, nariz, oído y garganta:		General .....	150
Sala oscura .....	100	Lectura .....	300
		Rayos X:	
		Radiografías, fluoroscopias y cámara oscura .....	100
		Radioterapia profunda y superficial .....	100
		Examen de pruebas .....	300
		Archivos, películas reveladas .....	300
		Almacén, películas sin revelar .....	100

\* Los cuadros oscuros con detalles o pormenores delicados deberán tener de 2 a 3 veces este nivel.  
 \*\* A veces se requieren muchos más.

Nivel luminoso  
recomendado en  
Lux (mínimo en  
cualquier  
momento)

Nivel luminoso  
recomendado en  
Lux (mínimo en  
cualquier  
momento)

<b>Hoteles.</b>	
res y cafeterías (ver Restaurantes).	
Las de baños:	
General	100
En el espejo	300 †
Dormitorios:	
General	100
Tocador	300 †
Lectura y escritura	300
Comedores (ver Restaurantes).	
Vestíbulo	300
Recepción	500
Servicio de lavado de ropas:	
Lavado	300
Planchado	500
Planchado mecánico	700
Lencería y ropa blanca:	
General	200
Costura	1000
Salas de espera:	
General	100
Zonas de lectura y trabajo	300
Marquesina:	
Alrededores oscuros	300
Alrededores claros	500
Dispensas	100
<b>Municipio (Servicios del); Bomberos y Policía.</b>	
Policía:	
Ficheros de identificación	1500
Celdas y cuartos para interrogatorios	300
Bomberos:	
Dormitorio	200
Aparcamiento de coches y sala de recreo	300
Museos (ver Galerías de arte).	
<b>Oficinas.</b>	
Lectura de alto contraste de textos bien impresos; tareas y zonas que no exigen una atención exagerada o prolongada; tales como lavabos, archivos no necesitados a diario, salones de conferencia, salas de visita, etc.	300
Lectura o transcripción de manuscritos o tinta o lápiz tinta, sobre buen papel; archivos usados con frecuencia	700
Trabajo normal burocrático; lectura de buenas reproducciones; lectura o transcripción de escritura a mano con lápiz claro o sobre mal papel, archivos de uso continuo, clasificación de correspondencia, índice de asientos	1000
Contabilidad, abastecimiento, máquinas de escribir, teneduría de libros, máquinas calculadoras, lectura de malas reproducciones, dibujo a mano alzada	1500
Cartografía, estudio, dibujo de taller	2000
Comedores, escaleras, ascensores y escaleras mecánicas	200 †
Policía (ver Servicios del Municipio).	
<b>Residencias.</b>	
Tareas visuales concretas:	
Juegos de mesa	300
Cuartos:	
Lámparas de cinc, fregaderos	700
Cromillos y superficies de trabajo	500
Lavadoras, costos de ropa, planchas y tablas de planchar	500
Salones de lectura, escritura y estudio:	
Libros, revistas, periódicos	300

† Para exámenes microlucidos 500 lux

Escritura a mano, reproducciones, copias malas	700
Pupitres de estudio	700
Lectura de partituras musicales:	
Partituras sencillas	300
Partituras completas	700**
Cuartos de costura:	
Trabajos intermitentes, elevados contrastes con tela, telas bastas, puntadas grandes	300
Trabajos intermitentes, telas finas	500
Trabajo continuo, telas ligeras o medias	1000
Telas oscuras, detalles finos, bajo contraste	2000
Tocadores, maquillajes, afeitados (emplazado sobre los espejos y rostros)	500
Taller, bancos de trabajo	700
Alumbrado general:	
Vestíbulos, halls, escaleras, descansillos	100
Cuartos de estar, comedores, dormitorios, bibliotecas y salas de juegos	100
Cocina, lavandería, cuartos de baño	300
<b>Restaurantes, cafeterías y bares.</b>	
Comedores:	
De tipo íntimo:	
Con alrededores oscuros	30
Con alrededores claros	100
Para realizar el trabajo de limpieza	200
De tipo general:	
Con alrededores oscuros	150
Con alrededores claros	300
De autoservicio:	
Alrededores normales	500
Alrededores muy iluminados	1000
Cajas	500
Exposición de comida: dos veces el nivel general pero nunca menos de	500
Cocinas:	
Inspección, verificación, precios	700
Otras áreas	300
<b>Tiendas.</b>	
Escaparates:	
Alumbrado de día:	
General	2000
Detalle o pormenor	10000
Alumbrado de noche:	
Distritos poco concurridos o pequeñas ciudades:	
General	1000
Detalle	5000
Distritos principales o de mucha competencia:	
General	2000
Detalle	10000
Interior de las tiendas:	
Zonas de circulación	300
Zonas de estanterías y almacenamiento de productos:	
Con servicio normal	1000
Con autoservicio	2000
Vitrinas y estanterías:	
Con servicio normal	2000
Con autoservicio	5000
Exposición de detalles:	
Con servicio normal	5000
Con autoservicio	10000

\* O no menos, de 1/5 del nivel luminoso en las zonas inmediatas.  
\*\* Cuando las partituras son de tamaño inferior a las normales, y las anotaciones sobre las líneas se necesitan 1000 lux o más.

### ⊕ Niveles Mínimos de Iluminación Recomendados para el Alumbrado de Interiores Industriales

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
<b>Acero (ver Hierro y acero).</b>		
<b>Ajuste (Talleres de).</b>		
Trabajo hasta de fácil visión	300	
Trabajo hasta de difícil visión	500	
Trabajo medio	1000	
Trabajo fino	5000	
Trabajo extra fino	10000	
<b>Almacenes y bodegas:</b>		
De poco movimiento	50	
Activos de mucho movimiento:		
Embalaje tosco	100	
Embalaje medio	200	
Embalaje fino	500	
<b>Arcilla (ver Cementos).</b>		
<b>Automóviles (Fábricas de).</b>		
Ajuste del bastidor	500	
Línea de montaje y ajuste de chasis	1000	
Montaje final e inspección de línea	2000	
<b>Fabricación de la carrocería:</b>		
Piezas	700	
Acabado e inspección	2000	
<b>Aviación. Fábricas de aviones.</b>		
<b>Naves:</b>		
De producción	1000	
De inspección	2000	
<b>Fabricación de piezas:</b>		
Remachar, soldar y taladrar	700	
Cabinas de pintura	1000	
Preparación planchas de aluminio y trabajo de templado; formación y prueba de las partes pequeñas del fuselaje, secciones de alas y carcasas de motores	1000	
Montajes secundarios: Trenes de aterrizaje, fuselaje, secciones de ala, carcasas y otras piezas grandes	1000	
Montaje final e inspección	1000	
Reparación de herramientas	1000	
<b>Aviación. Hangares (solamente servicio de reparaciones)</b>	1000	
<b>Azúcar (Industrias de).</b>		
<b>Departamento de chocolates:</b>		
Descascarillar, aventar, extracción de grasas, triturar, refinar	500	
Limpieza y selección de granos, inmersión, envase, empaquetado, etc	500	
Molienda	1000	
Elaboración de la crema, mezclado, cocido y moldeado	500	
Gelatina y jalea	500	
Decoración a mano	1000	
<b>Departamento de caramelos:</b>		
Mezclar, cocer, moldear	500	
Cortar y seleccionar	1000	
Envasar y empaquetar	1000	
<b>Azúcar (Refinerías de).</b>		
Dosificación	500	
Inspección del color	2000	
<b>Bodegas (ver Almacenes y bodegas).</b>		
Carbon (Volquetes automáticos y lavaderos de).		
Triturado y lavaderos	100	
Selección	3000	
Cartón (Fábricas de cajas de): Área general	500	
<b>Caucho (ver Goma).</b>		
<b>Cementos y derivados de la arcilla.</b>		
Molinos, peneiros de filtro	300	
Moldeado, lavado y prensado	300	
Color y vidriado (trabajo duro; esmaltada)	1000	
Color y vidriado, trabajo fino	3000	
<b>Centrales eléctricas y subestaciones. Interiores.</b>		
Auxiliares, habitaciones de máquinas, bordes de alimentación de calderas, tanques, compresores y cuadros de instrumentos	200	
Plataforma de calderas, habitación de cables y áreas de circulación o de bombas	100	
Plataforma de quemadores	200	
Condensadores; áreas de desecadoras evaporadores y calentadores	100	
<b>Habitaciones de control:</b>		
Panel de interruptores (frente vertical):		
Secciones sencillas o dobles frente al operador:		
Tipo A. Habitaciones de control, centralizado, de gran tamaño. Nivel a 1,70 metros sobre el suelo	500	
Tipo B. Habitación de control normal. Nivel a 1,70 metros sobre el suelo	300	
Sección de "duplex" frente al operador	300	
Pupitres de trabajo (nivel horizontal)	500	
Áreas interiores de los paneles de interruptores para "duplex"	100	
Parte trasera de los paneles de interruptores (nivel vertical)	100	
Alumbrado de emergencia para todas las áreas.	30	
Laboratorio de química	500	
Casetas de filtros, aparatos de control de fuerza y equipos telefónicos	200	
Túneles o galerías, tuberías.	100	
Zona de turbinas bajo el pavimento	200	
Habitación de turbinas	300	
<b>Conservas (Fábricas de).</b>		
Clasificación inicial de materias crudas	500	
Tomates	1000	
Selección de color (cortado)	2000	
<b>Preparación:</b>		
Selección preliminar:		
Albaricoques y melocotones	500	
Tomates	1000	
Aceitunas	1500	
Cortado y selección final	1000	
Conservado		
Enlatado continuo en cadena	1000	
Empaquetado a mano	500	
Aceitunas	1000	
Examen de envasados	2000	
<b>Corte y confección.</b>		
Inspección de paños	20000	
Cortado y prensado	3000	
Cosido	500	
<b>Electricidad (ver Centrales eléctricas).</b>		
<b>Electricidad (Fabricación de equipos eléctricos).</b>		
Impregnación	500	
Aislado, pintado de conductores	1000	
Ensayos	1000	

Nivel luminoso  
recomendado en  
Lux (mínimo en  
cualquier  
momento)

Nivel luminoso  
recomendado en  
Lux (mínimo en  
cualquier  
momento)

<b> encuadernación.</b>	
Jablar, montar, encolar, etc .....	700
Cortar, perforar y coser .....	700
Repujar e inspección .....	2000
<b>Forja (Talleres de) .....</b>	<b>500</b>
<b>Fundiciones.</b>	
Templado, limpiado, batido .....	300
Moldeo o fabricación de machos, trabajo medio .....	500
Moldeo o fabricación de machos, trabajo fino .....	1000
Desbastado y cepillado .....	1000
Inspección media .....	1000
Inspección fina .....	5000
Moldes, granadas, rellenado y vaciado .....	500
Moldes medianos .....	1000
Horno de cúpula .....	200
<b>Galvanizado .....</b>	<b>300</b>
<b>Garajes: Automóviles y camiones.</b>	
Servicio de garajes:	
Reparaciones .....	1000
Zonas de tráfico activo .....	200
<b>Garajes de aparcamiento:</b>	
Entrada .....	500
Pistas y rampas .....	100
Aparcamiento .....	50
<b>loma (Mecanizado de artículos de).</b>	
reparación de la materia prima:	
Alambrado, emplastecido y tresado .....	300
Preparación del tejido, corte y telares .....	500
Moldeado y selección de productos, calibrado .....	500
Inspección .....	2000
<b>Guantes (Fábricas de).</b>	
Prensado y cortado .....	3000
Máquinas de hacer punto y selección .....	1000
Cosido e inspección .....	5000
<b>Harina (Fábricas de).</b>	
Molido, cornido, refinado .....	500
Empaquetado .....	300
Control de productos .....	1000
Cribas, limpiadoras, ascensores, pasillos, recipientes de control .....	300
<b>Hierro y acero (Industria del).</b>	
<b>Interiores abiertos:</b>	
Piso de carga (Fundición) .....	200
Vagonetas de colada:	
Pozos de resaca .....	200
Plataformas de control .....	300
Zona superior .....	300
Pasarelas elevadas de inspección .....	100
Mezcladores .....	300
Calentado y sangrado .....	100
<b>Tráns de laminación:</b>	
lingotes, pletinas, barras calientes y planchas calientes .....	300
Laminación en frío, barras y planchas .....	300
Tubos, barras, varillas redondas, alambres .....	500
Estampado de hojalata: estañado, galvanizado, laminado de flejes en frío .....	500

<b>Sala de máquinas y motores .....</b>	<b>300</b>
<b>Inspección:</b>	
Chapas oscuras, changote, cascajo .....	1000
Hojalata y otras superficies brillantes .....	1000
<b>Imprentas.</b>	
<b>Fundición de tipos:</b>	
Máquinas y moldes de mano; fundición de conjuntos, clasificación .....	500
Fabricación de matrices, rectificado de tipos .....	1000
<b>Plantas de impresión:</b>	
Inspección de color y valoración .....	2000
Composición a máquina, salas de composición .....	1000
Prensas .....	700
Lectura de pruebas y revisión de planchas .....	1500
<b>Electrotipia:</b>	
Moldes, acabado, nivelación de moldes, recorrido y rectificación .....	1000
Montura de planchas, estañado, electroplateado, limpiado .....	500
<b>Fotografado:</b>	
Grabado al aguafuerte, planchas .....	500
Manipulación, acabado, lectura de pruebas, entintado y enmascarado .....	1000
<b>Inspección (Trabajos de).</b>	
Ordinario .....	600
Difícil .....	1000
Bastante difícil .....	2000
Muy difícil .....	5000
Lo más difícil .....	10000
<b>Lavanderías.</b>	
Lavado .....	300
Planchado, clasificación y marcado .....	500
Acabado a máquina y con plancha. Clasificación ..	700
Planchado fino a mano .....	1000
<b>Madera.</b>	
Trabajos bastos y de banco .....	300
Medidas, cepillado, lijado basto, trabajos medios de banco y máquina encolado barnizado y tonelería ..	500
Trabajos finos de banco y máquina, pulido fino acabado .....	1000
<b>Manipulado de materiales.</b>	
Empaquetado, embalaje y etiqueta .....	500
Clasificación y distribución .....	300
Carga y colocación en camiones .....	200
Interior de camiones y coches de transporte .....	100
<b>Metal. Trabajo en metales laminados.</b>	
Prensado, cortado, estampado, taladrado, maquinaciones diversas, trabajo medio de banco .....	500
Inspección de estañado y galvanizado; trazado .....	2000
<b>Neumáticos y tubos de goma (Fabricación de).</b>	
<b>Preparación de la materia prima:</b>	
Alambrado, emplastecido y tresado .....	300
Preparación de productos: cortado, construcción de bordes .....	500
Máquinas de hacer tubo .....	500
<b>Fábricas de neumáticos:</b>	
Bandajes sólidos .....	300

\* Los materiales opaculares o las superficies de trabajo pueden necesitar consideraciones especiales en la selección y colocación de los equipos de alumbrado o en su orientación respecto al trabajo.

+ La superficie a inspeccionar debe ser cubierta con un alumbrado especial a base de fuentes luminosas de gran tamaño y brillo lo suficientemente bajo para proporcionar más condiciones de contraste favorables.

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
<b>Neumáticos y tubos de (continuación)</b>	
Neumáticos	500
Departamento de revisiones: Revisión de tubos, revisión de neumáticos	700
Inspección final: Tubos, neumáticos	2000
<b>Papel (Fábricas de).</b>	
Tubo para molida y prensado	300
Trabajo, montado, apilado y máquinas de hacer papel	500
Trabajo a mano, máquinas de cortar e igualar	700
Trabajo de papel, inspección y laboratorios	1000
Rebobinado	1500
<b>Piel (Fabricación de artículos de).</b>	
Preparación, enrollado y glaseado	2000
Clasificación, corte, doblado y cosido	3000
<b>Piel (Industrias de la). Cueros.</b>	
Depositos de limpieza, curtido y estirado	300
Curtido, descarnado y estopado	500
Estalado y cosido	1000
<b>Piedras Triturado y cribado.</b>	
Correas transportadoras espacios para canalizaciones, habitaciones de toboganes e interior de repuestos	100
Salas de primera trituración, trituradoras auxiliares y los receptáculos	100
Cribas	200
<b>Pinturas (Fabricación de).</b>	
General	300
Mezclas comparativas y normales	2000
<b>Pintura (Talleres de).</b>	
Por inmersión, a pistola, a mano, al fuego, pintura ordinaria a mano y perillado delicado a mano	500
Trabajos finos de pintura a mano y acabado	1000
Trabajos extratípicos de pintura a mano y acabado (carrocerías de automóviles, pianos, etc.)	3000
Planchado y limpiado en seco (ver Tintorerías).	
<b>Productos lácteos: Industrias de la leche.</b>	
Habitación de hervido y almacén de botellas	300
Clasificación de botellas	500
Limpieza de botellas	
Lavado de bidones y equipos de frío	300
Rellenado, inspección	1000
Indicadores, anillos y termómetros (parte vista)	500
Laboratorios	1000
Pasteurizadores, clasificadores y refrigeradores	300
<b>Tanques depósitos:</b>	
Interiores claros	200
Interiores oscuros	1000
Pulido y bruñido	1000
<b>Química (Trabajos de).</b>	
Desecadores, alambiques, evaporadores, blanqueadores, filtros	300
Tanques, cristalizadores, extractores, coladores	300
<b>Servicio (Áreas de).</b>	
Escaleras, pasillos, ascensores	200
Lavabos y Tocadores	300

\* La superficie a inspeccionar debe ser cubierta con un alumbrado especial a base de fuentes luminosas de gran tamaño y brillo lo suficientemente bajo para proporcionar unas condiciones de contraste favorables.

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
<b>Soldadura (Talleres de) (continuación)</b>	
Iluminación general	500
Soldadura manual de arco. Gran precisión	1000*
<b>Sombreros (Fábricas de).</b>	
Tinte, endurecido, acordonado, limpieza y refinado	1000
Dar forma, tamaño, perforado, rebordado, acabado y planchado	2000
Cosido e inspección	5000
<b>Tablado (Manipulado de).</b>	
Secado, limpieza general	300
Clasificación y apartado	2000
<b>Tahonas.</b>	
Cuarto de mezclas	500
Estanterías (iluminación vertical)	300
Interior del horno (mezcladores verticales)	500
Cuarto de fermentación	300
<b>Locales restantes:</b>	
Pan	300
Dulces y productos de confitería	500
Horno, pruebas y empaquetado	300
Rellenado y otros ingredientes	500
Decorado y azucarado:	
Mecánico	500
A mano	1000
<b>Talleres de forja (ver Forja).</b>	
<b>Talleres mecánicos.</b>	
Trabajos bastos de banco y máquina	500
Trabajos medios de banco y máquina, máquinas automáticas ordinarias, cepillado basto, pulido y bruñido medio	1000
Trabajo fino de banco y máquina, máquinas automáticas de precisión, cepillado medio, pulido y bruñido fino	5000
Trabajos de banco y máquina muy finos, cepillado fino	10000*
<b>Telas (sus derivados) (ver Corte y confección).</b>	
<b>Telas y tejidos (ver Textiles (Fábricas)).</b>	
<b>Textiles (Fábricas). Algodón.</b>	
Abrir, mezclar y picar	300
Cardar, estirar, torcer, encanillar, hilar, urdir	500
<b>Confección de piezas de tela:</b>	
Artículos grises	500
Mezclilla	1500
<b>Inspección:</b>	
Artículos grises (girado a mano)	1000
Mezclilla (movimiento rápido)	5000
Estirado automático	1500
Hilado a mano	2000
Tejido	1000
<b>Textiles (Fábricas). Lana y estambre.</b>	
Clasificación	1000
<b>Hilado (en bastidor o máquina): blanco</b>	
Hilado (en bastidor o a máquina): coloreado	1000
<b>Trenzado o urdido: blanco</b>	
Urdido en peine: blanco	1000
Urdido: color	1000
Urdido en peine: color	3000
<b>Trenzado: blanco</b>	
Trenzado: color	500
<b>Tejido: blanco</b>	
Tejido: color	2000



	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)		Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
<b>Textiles (Fábricas) (continuación).</b>			
<b>Locales para géneros grises:</b>			
Borra .....	1500	Inspección y localización de manchas .....	5000
Hilos .....	3000	Planchado a mano y máquina .....	1500
Telas .....	700	Reparaciones y modificaciones .....	2000
Acabado, completado, pegado, tratado y secado .....	500	<b>Vidrio (Fábricas de).</b>	
Tintes .....	1000	Sala de mezclas y horno, hornos de prensado, máquinas de soplar vidrio .....	300
<b>Acabado en seco:</b>			
Preparado, acondicionado, prensado y tejido .....	700	Molido, cortado del vidrio a medida, esmerilado .....	500
Corte .....	1000	Molido fino, pulido y biselado .....	1000
Inspección .....	20000	Inspección, grabado y decorado .....	2000
<b>Textiles (Fábricas). Seda y rayón.</b>			
Fabricación: empapado, coloreado y acondicionamiento o colocación de líneas .....	300	<b>Zapaterías. Trabajo en goma.</b>	
Devanado, trenzado, rebobinado, encanillado y enderezado:		Lavado, bañado, mezclado y preparación del caucho .....	300
Materiales claros .....	500	Barnizado, vulcanizado, satinado y cortado de suelas, laminado de suelas, forrado y 2B7, proceso de fabricación y acabado .....	1000
Materiales oscuros .....	2000	<b>Zapaterías. Trabajo en material.</b>	
Sala de tintes (en sus diversas modalidades) .....	1000	Mesas de corte, marcado, ojales, raspar, clasificar y control en materiales oscuros .....	3000
Hilado en peines o sobre alambres en los telares .....	1000	Fabricación y acabado, lavado, revestimiento, barnizado, vulcanizado, corte de las suelas y pafas, repujado, forrado, laminado, limpiado, teñido, alisado, pulido y estampado .....	2000
Tejido .....	1000		
<b>Tintorerías. Planchado y limpiado en seco.</b>			
Reconocimiento y clasificación .....	500		
Limpieza en seco, húmeda y al vapor .....	500		



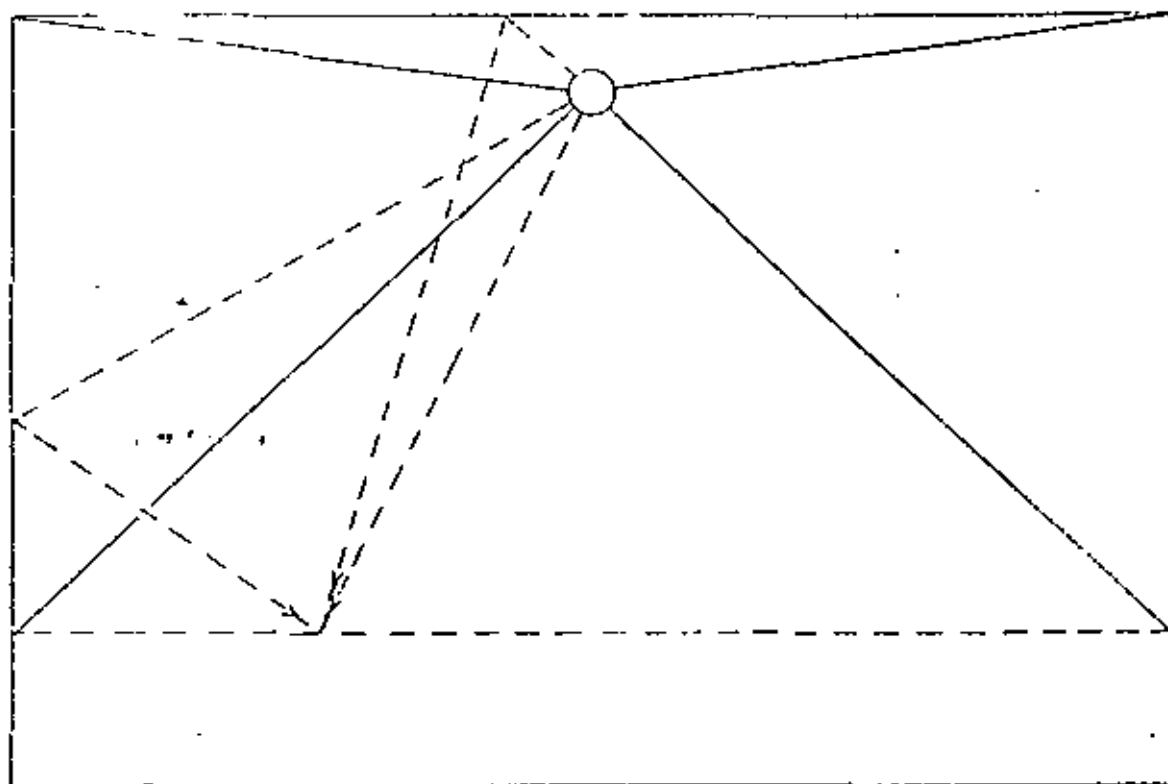
uno de los factores utilizados en estas expresiones debe ser valorado adecuadamente para la obtención de resultados exactos.

El método de punto por punto lleva en si un cálculo separado de la contribución de cada luminaria a la iluminación total. Por lo general este método se utiliza principalmente para alumbrado público y para alumbrado con proyectores.

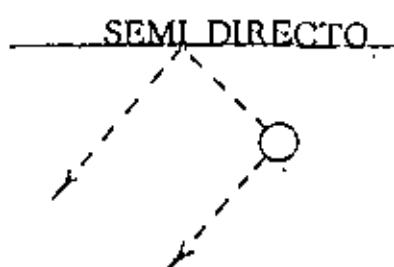
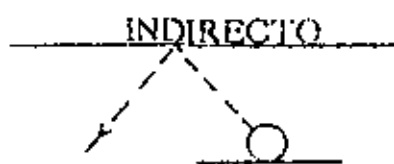
Método de los lúmenes.

Para utilizar este método en la resolución de un problema de alumbrado deberá seguirse la siguiente secuencia:

- i Determinar el nivel requerido de iluminación.- De acuerdo a las tablas existentes, deberá determinarse el nivel de iluminación mínimo para el trabajo específico que se vaya a realizar.
- ii Seleccionar el sistema de alumbrado y las luminarias.- Los sistemas de alumbrado se clasifican de la siguiente manera:
  - ° directo
  - ° semidirecto
  - ° general difuso o directo-indirecto.



Plano de trabajo.



semi-indirecto

o indirecto.

Por lo general, las oficinas quedan mejor iluminadas utilizándose, ya sea un sistema indirecto, un semi-indirecto o un directo-indirecto. En la industria general se utiliza el sistema directo o el semi-directo y las áreas comerciales pueden usar cualquier tipo de alumbrado o combinación de sistemas. La instalación del mejor sistema dependerá de las tareas visuales a realizar y de las características del área por iluminar.

- iii) Determinar el coeficiente de utilización. - El coeficiente de utilización es la relación del flujo luminoso que llega al plano de trabajo sobre el total del flujo generado por las lámparas. Es un factor que tiene en cuenta la eficiencia y distribución de las luminarias, su altura de montaje, las dimensiones del local y la reflexión de las paredes, techos y suelos.

Los locales se clasifican con relación a su forma en diez grupos; cada uno de los cuales es identificado con una letra conocida bajo el nombre de índice del local. Los in-

indices del local para una amplia gama de dimensiones se proporcionan en las tablas que se anexan.

La clasificación de los índices del local están basados en las relaciones entre las dimensiones de las habitaciones - las que se calculan de la forma siguiente:

Para luminarias directas, semi-directas, directa-indirecta y general difusa:

$$RL = \frac{A \times L}{H \times (A + L)}$$

Para luminarias semi-indirectas e indirectas:

$$RL = \frac{3 \times A \times L}{2 \times H \times (A + L)}$$

donde:

- RL.- Relación del local
- A.- Ancho del local
- L.- Largo del local
- H.- Altura del techo sobre el plano de trabajo.

Cada índice del local representa un valor de la relación -



● Índice del Local

(Clasificación de locales de acuerdo con sus dimensiones)

Ancho del local (m.)	Largo del local (m.)	Altura de techo en metros															
		Para alumbrado Semi-Indirecto e Indirecto															
		2.75	3.20	3.65	4.10	4.55	5.00	5.50	6.40	7.30	8.25	10.05	11.90	14.65	19.20	23.75	28.35
		Para alumbrado Directo, Semi-Directo, Directo-Indirecto y General Difuso															
		2.15	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95	4.55	5.20	5.80	7.00	8.25	10.05	13.10	16.15	19.20
6.10	8.10	E	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	7.30	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J
	9.15	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J
	10.65	C	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	12.20	C	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	15.25	C	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	18.30	C	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	21.35	C	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
7.30	7.30	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J
	9.15	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J
	10.65	C	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	12.20	C	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	15.25	C	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	18.30	B	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	21.35	B	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	24.40	B	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
9.15	9.15	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	10.65	B	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	12.20	B	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	15.25	B	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	18.30	B	O	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	21.35	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	24.40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	30.50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
10.65	10.65	B	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	I	J	J
	12.20	B	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	I	J	J
	15.25	B	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	I	J	J
	18.30	B	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	I	J	J
	21.35	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	24.40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	30.50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	42.70	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
12.20	12.20	B	B	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	I	J
	15.25	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	18.30	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	21.35	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	24.40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	30.50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	36.60	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	42.70	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
15.25	15.25	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	18.30	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	21.35	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	24.40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	30.50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	36.60	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	42.70	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	51.80	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
18.30	18.30	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	21.35	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	24.40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	30.50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	36.60	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	42.70	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	51.80	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	60.95	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
24.40	24.40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	42.70	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	60.95	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
30.50	30.50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	45.70	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	60.95	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
36.60	36.60	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	48.80	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	60.95	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H



del local y las tablas de coeficiente de utilización se basan en el valor en el punto central de cada una de estas relaciones.







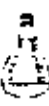

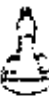









### VALOR DE LAS RELACIONES DEL LOCAL

Indice del local	Relación del local		Punto central
	Valor		
J	Menos de 0.7		0.60
I	0.7	a 0.9	0.80
H	1.9	a 1.12	1.00
G	1.12	a 1.38	1.25
F	1.38	a 1.75	1.50
E	1.75	a 2.25	2.00
D	2.25	a 2.75	2.50
C	2.75	a 3.50	3.00
B	3.50	a 4.50	4.00
A	Más de 4.50		5.00

La tabla de coeficiente de utilización aplicable a una luminaria determinada se seleccionará entre las que se anexan, sobre la base de similitud de distribución de flujo luminoso y de eficiencia. El coeficiente de utilización puede determinarse por el índice del local y por la reflectancia adecuada en las superficies de la habitación.

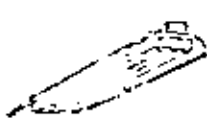



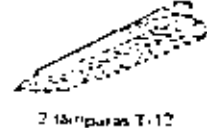




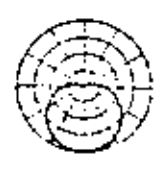


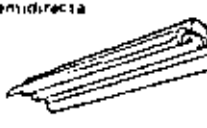

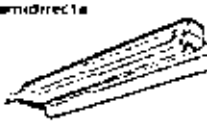

Las reflexiones recomendadas, en por ciento, se anexan en la siguiente tabla.



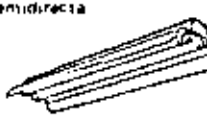

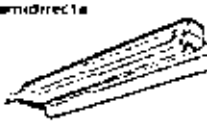

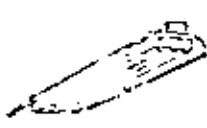



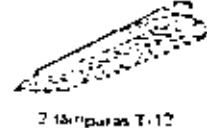

### ⊗ Coeficientes de Utilización

Tipo	Unidad de iluminado Directa	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones									
					Techo		70%		50%		30%			
					Paredes		50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
					Techo local		Coeficiente de utilización							
Incandescentes	Directa  Reflector de cónulo RL11		1.3 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.75 Medio 0.69 Malo 0.59	J: 0.33 I: 0.40 H: 0.47 G: 0.54 F: 0.61 E: 0.67 D: 0.72 C: 0.77 B: 0.79 A: 0.79	0.28 0.36 0.43 0.49 0.54 0.59 0.62 0.65 0.67	0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25	0.32 0.40 0.47 0.54 0.61 0.67 0.72 0.75 0.75	0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.48 0.50 0.51	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.28 0.33 0.38 0.43 0.48 0.53 0.56 0.58 0.59	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56		
	Directa  Intemperada Haz medio.		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.73 Medio 0.77 Malo 0.73 1170-1500 W Bueno 0.76 Medio 0.72 Malo 0.68	J: 0.43 I: 0.50 H: 0.55 G: 0.61 F: 0.66 E: 0.69 D: 0.72 C: 0.74 B: 0.74 A: 0.74	0.43 0.47 0.52 0.56 0.61 0.65 0.68 0.70 0.71	0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25	0.43 0.47 0.52 0.56 0.61 0.65 0.68 0.70 0.71	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56		
	Directa  Intemperada Haz estrecho.		0.9 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.69 Medio 0.77 Malo 0.73 1070-1500 W Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J: 0.45 I: 0.57 H: 0.61 G: 0.66 F: 0.67 E: 0.69 D: 0.70 C: 0.72 B: 0.73 A: 0.73	0.45 0.54 0.58 0.63 0.67 0.69 0.70 0.71 0.71	0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25	0.45 0.54 0.58 0.63 0.67 0.69 0.70 0.71 0.71	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56		
	Directa  Lámpara reflectora R-57 Haz ancho 500 y 750 w		1.8 x Altura de montaje	Bueno 0.60 Medio 0.73 Malo 0.75	J: 0.50 I: 0.62 H: 0.70 G: 0.77 F: 0.82 E: 0.82 D: 0.82 C: 0.84 B: 0.87 A: 0.87	0.50 0.57 0.65 0.72 0.77 0.82 0.82 0.84 0.87 0.87	0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25	0.50 0.57 0.65 0.72 0.77 0.82 0.82 0.84 0.87 0.87	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56		
	Directa  Lámpara reflectora R-57 Haz estrecho 500 y 750 w.		0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.60 Medio 0.78 Malo 0.75	J: 0.66 I: 0.75 H: 0.80 G: 0.85 F: 0.88 E: 0.91 D: 0.92 C: 0.94 B: 0.97 A: 1.00	0.66 0.75 0.80 0.85 0.88 0.91 0.92 0.94 0.97 1.00	0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25	0.66 0.75 0.80 0.85 0.88 0.91 0.92 0.94 0.97 1.00	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56		
Vapor de mercurio	Directa  Ventilador de aluminio para grandes alturas Haz ancho, 400 w. H33-1-CD		1.9 x Altura de montaje	Bueno 0.76 Medio 0.70 Malo 0.65	J: 0.38 I: 0.47 H: 0.53 G: 0.59 F: 0.63 E: 0.68 D: 0.71 C: 0.72 B: 0.75 A: 0.77	0.38 0.43 0.49 0.55 0.63 0.68 0.71 0.72 0.75 0.77	0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25	0.38 0.43 0.49 0.55 0.63 0.68 0.71 0.72 0.75 0.77	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56			
	Directa  Ventilador de aluminio para grandes alturas Haz medio, 400 w. H33-1-CD		0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.65	J: 0.46 I: 0.54 H: 0.59 G: 0.63 F: 0.65 E: 0.68 D: 0.71 C: 0.73 B: 0.75 A: 0.75	0.46 0.51 0.56 0.63 0.65 0.68 0.71 0.73 0.75 0.75	0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25	0.46 0.51 0.56 0.63 0.65 0.68 0.71 0.73 0.75 0.75	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56			
	Directa  Ventilador de aluminio grandes alturas, haz estrecho, 400 w. H33-1-GL/C		0.8 x Altura de montaje	Bueno 0.73 Medio 0.68 Malo 0.63	J: 0.51 I: 0.58 H: 0.67 G: 0.69 F: 0.72 E: 0.74 D: 0.75 C: 0.77 B: 0.77 A: 0.78	0.51 0.58 0.67 0.69 0.72 0.74 0.75 0.77 0.77 0.78	0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25	0.51 0.58 0.67 0.69 0.72 0.74 0.75 0.77 0.77 0.78	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56			
	Directa  Ventilador de aluminio grandes alturas, haz ancho, 700 ó 1000 w. Vapor. mercurio, color Carr.		1.1 x Altura de montaje	Bueno 0.68 Medio 0.63 Malo 0.58	J: 0.39 I: 0.48 H: 0.53 G: 0.59 F: 0.63 E: 0.67 D: 0.70 C: 0.72 B: 0.75 A: 0.77	0.39 0.48 0.53 0.59 0.63 0.67 0.70 0.72 0.75 0.77	0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25	0.39 0.48 0.53 0.59 0.63 0.67 0.70 0.72 0.75 0.77	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56	0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.53 0.55 0.56			

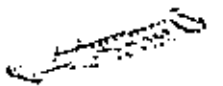

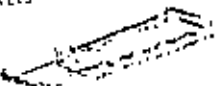

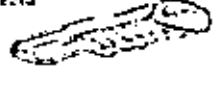

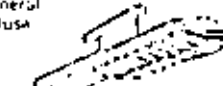
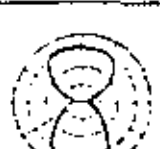
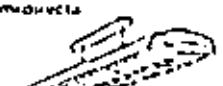

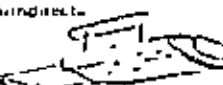

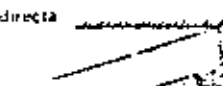






### ⊗ Coeficientes de Utilización

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones								
					Techo			Paredes			Índice local		
					50%	30%	10%	50%	30%	10%	Coeficiente de utilización		
					50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	
Fluorescentes	Semidirecta  2 lámparas T-12		1.4 x ↑ ↓ 75	1.4 x Altura de montaje	Buena 0.70 Media 0.60 Mala 0.50	J I H G F E D C B A	0.50 0.39 0.46 0.54 0.53 0.65 0.73 0.73 0.77 0.83	0.25 0.34 0.41 0.43 0.73 0.63 0.63 0.72 0.77	0.22 0.30 0.37 0.44 0.67 0.57 0.61 0.69 0.74	0.25 0.33 0.40 0.47 0.62 0.52 0.57 0.64 0.71	0.22 0.30 0.37 0.44 0.67 0.57 0.61 0.69 0.74	0.25 0.33 0.40 0.47 0.62 0.57 0.61 0.69 0.74	0.25 0.33 0.40 0.47 0.62 0.57 0.61 0.69 0.74
	Semidirecta  3 lámparas 40 w y "Slimline"		1.3 x ↑ ↓ 74	1.3 x Altura de montaje	Buena 0.70 Media 0.60 Mala 0.50	J I H G F E D C B A	0.50 0.39 0.46 0.54 0.53 0.65 0.73 0.73 0.77 0.83	0.25 0.34 0.41 0.43 0.73 0.63 0.63 0.72 0.77	0.22 0.30 0.37 0.44 0.67 0.57 0.61 0.69 0.74	0.25 0.33 0.40 0.47 0.62 0.52 0.57 0.64 0.71	0.22 0.30 0.37 0.44 0.67 0.57 0.61 0.69 0.74	0.25 0.33 0.40 0.47 0.62 0.57 0.61 0.69 0.74	0.25 0.33 0.40 0.47 0.62 0.57 0.61 0.69 0.74
	Semidirecta  2 lámparas T-12 con rejilla difusora de 23"		1.6 x ↑ ↓ 60	1.2 x Altura de montaje	Buena 0.70 Media 0.65 Mala 0.60	J I H G F E D C B A	0.27 0.36 0.41 0.47 0.51 0.57 0.60 0.63 0.67 0.69	0.23 0.30 0.31 0.47 0.46 0.53 0.57 0.60 0.64 0.69	0.20 0.27 0.33 0.35 0.43 0.49 0.54 0.57 0.61 0.64	0.20 0.27 0.33 0.35 0.43 0.49 0.54 0.57 0.61 0.64	0.20 0.27 0.33 0.35 0.43 0.49 0.54 0.57 0.61 0.64	0.20 0.27 0.33 0.35 0.43 0.49 0.54 0.57 0.61 0.64	0.20 0.27 0.33 0.35 0.43 0.49 0.54 0.57 0.61 0.64
	Semidirecta  2 lámparas de Alta Emisión de 1.5 amps.		1.5 x ↑ ↓ 64	1.3 x Altura de montaje	Buena 0.70 Media 0.60 Mala 0.50	J I H G F E D C B A	0.28 0.36 0.43 0.49 0.54 0.60 0.64 0.67 0.70 0.73	0.23 0.30 0.38 0.44 0.49 0.55 0.60 0.63 0.67 0.70	0.20 0.27 0.33 0.35 0.43 0.49 0.54 0.57 0.61 0.64	0.20 0.27 0.33 0.35 0.43 0.49 0.54 0.57 0.61 0.64	0.20 0.27 0.33 0.35 0.43 0.49 0.54 0.57 0.61 0.64	0.20 0.27 0.33 0.35 0.43 0.49 0.54 0.57 0.61 0.64	0.20 0.27 0.33 0.35 0.43 0.49 0.54 0.57 0.61 0.64
	Semidirecta  1 lámpara Baja Temper. de 100 w. con plástico exterior		1.0 x ↑ ↓ 62	1.4 x Altura de montaje	Buena 0.75 Media 0.70 Mala 0.65	J I H G F E D C B A	0.24 0.31 0.36 0.42 0.46 0.51 0.54 0.57 0.60 0.63	0.18 0.26 0.31 0.36 0.40 0.46 0.50 0.53 0.57 0.60	0.15 0.21 0.26 0.32 0.33 0.40 0.44 0.47 0.50 0.53	0.15 0.21 0.26 0.32 0.33 0.40 0.44 0.47 0.50 0.53	0.15 0.21 0.26 0.32 0.33 0.40 0.44 0.47 0.50 0.53	0.15 0.21 0.26 0.32 0.33 0.40 0.44 0.47 0.50 0.53	0.15 0.21 0.26 0.32 0.33 0.40 0.44 0.47 0.50 0.53
Incandescentes	Directa  Embutida con lente prismática.		0.7 x ↑ ↓ 63	1.5 x Altura de montaje	Buena 0.70 Media 0.60 Mala 0.50	J I H G F E D C B A	0.33 0.41 0.45 0.50 0.53 0.56 0.59 0.60 0.62 0.63	0.30 0.37 0.41 0.46 0.49 0.53 0.56 0.58 0.60 0.62	0.27 0.34 0.39 0.43 0.49 0.53 0.56 0.58 0.60 0.62	0.27 0.34 0.39 0.43 0.49 0.53 0.56 0.58 0.60 0.62	0.27 0.34 0.39 0.43 0.49 0.53 0.56 0.58 0.60 0.62	0.27 0.34 0.39 0.43 0.49 0.53 0.56 0.58 0.60 0.62	0.27 0.34 0.39 0.43 0.49 0.53 0.56 0.58 0.60 0.62
	Semidirecta  2 lámparas de 40 w y "Slimline" Sin visera		1.8 x ↑ ↓ 68	1.3 x Altura de montaje	Buena 0.70 Media 0.60 Mala 0.50	J I H G F E D C B A	0.30 0.38 0.45 0.57 0.57 0.64 0.68 0.71 0.74 0.78	0.24 0.29 0.35 0.45 0.50 0.58 0.63 0.67 0.70 0.75	0.21 0.27 0.35 0.45 0.50 0.58 0.63 0.67 0.70 0.75	0.21 0.27 0.35 0.45 0.50 0.58 0.63 0.67 0.70 0.75	0.21 0.27 0.35 0.45 0.50 0.58 0.63 0.67 0.70 0.75	0.21 0.27 0.35 0.45 0.50 0.58 0.63 0.67 0.70 0.75	0.21 0.27 0.35 0.45 0.50 0.58 0.63 0.67 0.70 0.75
	Semidirecta  2 lámparas de 40 w y "Slimline" Con visera		1.6 x ↑ ↓ 63	1.3 x Altura de montaje	Buena 0.70 Media 0.60 Mala 0.50	J I H G F E D C B A	0.29 0.38 0.44 0.50 0.55 0.61 0.67 0.68 0.72 0.74	0.24 0.29 0.35 0.44 0.49 0.56 0.63 0.64 0.68 0.71	0.22 0.27 0.35 0.45 0.49 0.56 0.63 0.64 0.68 0.71	0.22 0.27 0.35 0.45 0.49 0.56 0.63 0.64 0.68 0.71	0.22 0.27 0.35 0.45 0.49 0.56 0.63 0.64 0.68 0.71	0.22 0.27 0.35 0.45 0.49 0.56 0.63 0.64 0.68 0.71	0.22 0.27 0.35 0.45 0.49 0.56 0.63 0.64 0.68 0.71

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones								
					Techo			Paredes			Índice local		
					50%	30%	10%	50%	30%	10%	Coeficiente de utilización		
					50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	
Incandescentes	Directa  Embutida con lente prismática.		0.7 x ↑ ↓ 63	1.5 x Altura de montaje	Buena 0.70 Media 0.60 Mala 0.50	J I H G F E D C B A	0.33 0.41 0.45 0.50 0.53 0.56 0.59 0.60 0.62 0.63	0.30 0.37 0.41 0.46 0.49 0.53 0.56 0.58 0.60 0.62	0.27 0.34 0.39 0.43 0.49 0.53 0.56 0.58 0.60 0.62	0.27 0.34 0.39 0.43 0.49 0.53 0.56 0.58 0.60 0.62	0.27 0.34 0.39 0.43 0.49 0.53 0.56 0.58 0.60 0.62	0.27 0.34 0.39 0.43 0.49 0.53 0.56 0.58 0.60 0.62	0.27 0.34 0.39 0.43 0.49 0.53 0.56 0.58 0.60 0.62
	Semidirecta  2 lámparas de 40 w y "Slimline" Sin visera		1.8 x ↑ ↓ 68	1.3 x Altura de montaje	Buena 0.70 Media 0.60 Mala 0.50	J I H G F E D C B A	0.30 0.38 0.45 0.57 0.57 0.64 0.68 0.71 0.74 0.78	0.24 0.29 0.35 0.45 0.50 0.58 0.63 0.67 0.70 0.75	0.21 0.27 0.35 0.45 0.50 0.58 0.63 0.67 0.70 0.75	0.21 0.27 0.35 0.45 0.50 0.58 0.63 0.67 0.70 0.75	0.21 0.27 0.35 0.45 0.50 0.58 0.63 0.67 0.70 0.75	0.21 0.27 0.35 0.45 0.50 0.58 0.63 0.67 0.70 0.75	0.21 0.27 0.35 0.45 0.50 0.58 0.63 0.67 0.70 0.75
	Semidirecta  2 lámparas de 40 w y "Slimline" Con visera		1.6 x ↑ ↓ 63	1.3 x Altura de montaje	Buena 0.70 Media 0.60 Mala 0.50	J I H G F E D C B A	0.29 0.38 0.44 0.50 0.55 0.61 0.67 0.68 0.72 0.74	0.24 0.29 0.35 0.44 0.49 0.56 0.63 0.64 0.68 0.71	0.22 0.27 0.35 0.45 0.49 0.56 0.63 0.64 0.68 0.71	0.22 0.27 0.35 0.45 0.49 0.56 0.63 0.64 0.68 0.71	0.22 0.27 0.35 0.45 0.49 0.56 0.63 0.64 0.68 0.71	0.22 0.27 0.35 0.45 0.49 0.56 0.63 0.64 0.68 0.71	0.22 0.27 0.35 0.45 0.49 0.56 0.63 0.64 0.68 0.71
Fluorescentes	Semidirecta  2 lámparas T-12		1.4 x ↑ ↓ 75	1.4 x Altura de montaje	Buena 0.70 Media 0.60 Mala 0.50	J I H G F E D C B A	0.50 0.39 0.46 0.54 0.53 0.65 0.73 0.73 0.77 0.83	0.25 0.34 0.41 0.43 0.73 0.63 0.63 0.72 0.77	0.22 0.30 0.37 0.44 0.67 0.57 0.61 0.69 0.74	0.25 0.33 0.40 0.47 0.62 0.52 0.57 0.64 0.71	0.22 0.30 0.37 0.44 0.67 0.57 0.61 0.69 0.74	0.25 0.33 0.40 0.47 0.62 0.57 0.61 0.69 0.74	0.25 0.33 0.40 0.47 0.62 0.57 0.61 0.69 0.74
	Semidirecta  3 lámparas 40 w y "Slimline"		1.3 x ↑ ↓ 74	1.3 x Altura de montaje	Buena 0.70 Media 0.60 Mala 0.50	J I H G F E D C B A	0.50 0.39 0.46 0.54 0.53 0.65 0.73 0.73 0.77 0.83	0.25 0.34 0.41 0.43 0.73 0.63 0.63 0.72 0.77	0.22 0.30 0.37 0.44 0.67 0.57 0.61 0.69 0.74	0.25 0.33 0.40 0.47 0.62 0.52 0.57 0.64 0.71	0.22 0.30 0.37 0.44 0.67 0.57 0.61 0.69 0.74	0.25 0.33 0.40 0.47 0.62 0.57 0.61 0.69 0.74	0.25 0.33 0.40 0.47 0.62 0.57 0.61 0.69 0.74
	Semidirecta  2 lámparas T-12 con rejilla difusora de 23"		1.6 x ↑ ↓ 60	1.2 x Altura de montaje	Buena 0.70 Media 0.65 Mala 0.60	J I H G F E D C B A	0.27 0.36 0.41 0.47 0.51 0.57 0.60 0.63 0.67 0.69	0.23 0.30 0.31 0.47 0.46 0.53 0.57 0.60 0.64 0.69	0.20 0.27 0.33 0.35 0.43 0.49 0.54 0.57 0.61 0.64	0.20 0.27 0.33 0.35 0.43 0.49 0.54 0.57 0.61 0.64	0.20 0.27 0.33 0.35 0.43 0.49 0.54 0.57 0.61 0.64	0.20 0.27 0.33 0.35 0.43 0.49 0.54 0.57 0.61 0.64	0.20 0.27 0.33 0.35 0.43 0.49 0.54 0.57 0.61 0.64



Tipo	Unidad de Alumbrado	Distribución	Distancia entre luminarias inferiores	Factor de Mantenimiento	Reflexiones									
					Techo			Paredes			Suelo			
					80%	70%	50%	80%	70%	50%	80%	70%	50%	
					Indice total									Coeficiente de utilización
Fluorescente	Directa  2 lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie		1.7 x Altura de montaje	Bueno 0.70 medio 0.65 malo 0.60	J	0.11	0.27	0.74	0.29	0.26	0.23	0.71	0.76	0.23
	Directa  4 lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie		1.1 x Altura de montaje	Bueno 0.70 medio 0.65 malo 0.60	J	0.28	0.24	0.27	0.12	0.24	0.27	0.27	0.24	0.22
	Directa  2 lámparas 40 W y "Slimline" con rejilla difusora de 45° y lento de plástico montaje de superficie		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 medio 0.65 malo 0.60	J	0.27	0.23	0.29	0.27	0.23	0.29	0.26	0.23	0.20
	General Difusa  2 lámparas 40 W "Slimline" con rejilla difusora de 35° y suspendida y con lente de plástico		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.70 medio 0.65 malo 0.60	J	0.24	0.19	0.16	0.24	0.19	0.16	0.27	0.18	0.15
	Semidirecta  4 lámparas 40 W "Slimline" con rejilla difusora de 45° suspendida y con lente de plástico		1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.70 medio 0.65 malo 0.60	J	0.24	0.19	0.16	0.24	0.19	0.16	0.27	0.18	0.15
	Semidirecta  4 lámparas 40 W "Slimline" suspendida y con lente y lento de plástico		1.6 x Altura de montaje	Bueno 0.70 medio 0.60 malo 0.50	J	0.14	0.11	0.07	0.15	0.10	0.06	0.12	0.08	0.06
	Indirecta  Moldura sin reflector	Moldura situada de 30 a 45 cms. por debajo del techo. Colocando reflector sobre las lámparas fluorescentes aumentará el coeficiente de utilización del 5 al 10 por 100.		Bueno 0.60 medio 0.50 malo 0.40	J	0.11	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.05	0.04
	Directa  Con lámpara PAR 38 150 W difusora Visera de 45° emisión luminosa total, 1730 lúmenes		0.7 x Altura de montaje	En todas las condiciones 0.75	J	0.53	0.51	0.49	0.53	0.51	0.49	0.52	0.51	0.49
	Indirecta  Watts lúmenes 300 5300 500 9310 750 14000 Aro concentrador con lámpara de anillo plateada		1.5 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.70 medio 0.60 malo 0.55	J	0.13	0.07	0.04	0.12	0.07	0.04	0.10	0.06	0.01

## REFLEXIONES RECOMENDADAS EN %

Superficie	Oficinas	Plantas Industriales	Escuelas	Residencias	Hospitales
Techo	80-92	80-90	70-90	60-90	80-92
Paredes	40-60	40-60	40-60	35-60	40-60
Piso	21-39	Mfnimo 20	30-50	15-35	20-40

iv. - Estimar el factor de conservación. - En el funcionamiento de cualquier sistema de alumbrado hay tres elementos de conservación que son variables y que afectan a la cantidad de luz obtenida del sistema:

- ° Pérdida en la emisión luminosa de la lámpara. La emisión luminosa media a lo largo de la vida de la lámpara es de 10 a 25% más baja que la inicial. El valor de esta disminución depende del tamaño.
- ° Pérdida debida a la acumulación de suciedad sobre la superficie reflectora o transmisora de la iluminaria y sobre las propias lámparas.
- ° Pérdida de luz reflejada debida a la acumulación de suciedad por las paredes y techos.

En las tablas de coeficientes de utilización que se mencionaron con anterioridad, los factores de conservación que

se proporcionan para lámparas y luminarias han sido calculadas para tres condiciones definidas, que son las siguientes:

Factor de mantenimiento bueno. - Cuando las condiciones atmosféricas son buenas, las luminarias se limpian frecuentemente y las lámparas se reponen por el sistema de sustitución en grupos.

Factor de mantenimiento medio. - Cuando existen condiciones atmosféricas menos limpias, la limpieza de la luminaria no es frecuente y sólo se sustituyen las lámparas cuando se funden.

Factor de mantenimiento malo. Cuando la atmósfera es bastante sucia y la instalación tiene una conservación deficiente.

v. - Calcular el número de lámparas y luminarias requeridas.

El número de lámparas y luminarias puede calcularse mediante las expresiones siguientes:

$$N_{La} = \frac{E \times S}{I \times CU \times FC}$$

$$N_{Lu} = \frac{N_{La}}{L L}$$



donde:

- N Lá. - Número de lámparas
- E. - Nivel de iluminación en luxes
- S. - Superficie en metros cuadrados
- I. - Intesidad luminosa en lúmenes
- CU. - Coeficiente de utilización
- FC. - "Factor de conservación
- N Lu. - Número de luminarias
- L L. - Lámparas por luminaria.

vi. - Determinar el emplazamiento de las luminarias. - El emplazamiento de las luminarias, depende en general de la arquitectura y dimensiones de la habitación, posición de las salidas existentes, tipo de luminarias, etc.

En las tablas mencionadas de coeficiente de utilización se tiene la columna "distancia entre lámparas inferior a" -- que proporciona las relaciones máximas permitidas entre la distancia entre lámparas y la altura de montaje, sobre el plano de trabajo, para los distintos tipos de lumina---rias. En la mayor parte de los casos, es necesario colocar las luminarias más próximas unas a otras, de lo - que estas relaciones máximas determinen. Con relación

a los equipos fluorescentes es recomendable que sean montados en líneas continuas.

Ejemplo:

Se tiene una oficina de 18.30 metros de ancho por 30.50 metros de largo y con una altura de su techo de 4.00 -- metros. La reflexión del techo es de 80% y la de las - paredes de 50%, con una buena conservación de luz para las luminarias y superficie de la habitación.

De acuerdo con el orden mencionado para efectuar el - - cálculo de alumbrado analizaremos este ejemplo.

- i. - De acuerdo con la tabla de niveles de iluminación reco--mendados, para una oficina de este tipo nos marca, de - acuerdo con el I.E.S. 1000 luxes y con el S.M.I.I. 600 luxes. Trabajaremos con el valor recomendado por - -- I.E.S. de 1000 luxes.
- ii. - Se seleccionan luminarias fluorescentes de 4 x 40 W. de arranque rápido del tipo semi-indirecto y rejilla inferior montados a 0.61 metros por debajo del techo.
- iii. - De acuerdo con la tabla de índice del local, para este ca

## Fuentes Luminosas

8

**Características de las Lámparas Incandescentes de Alumbrado General para una Tensión de Operación Normal.**

Watts	Bulbo	Acabado	Base	Longitud máxima total (mm)	Filamento	Vida normal media (horas)	Flujo luminoso inicial (lúmenes)	Flujo luminoso medio (lúmenes)
25	A-19	Mat. int.	Media	100	C-9	1000	265	---
40	T-19	Blanco	Media	112	C-9	1350	430	---
60	T-19	Blanco	Media	112	CC-6	1350	785	---
75	T-19	Blanco	Media	112	CC-8	1350	1085	---
100	T-19	Blanco	Media	112	CC-8	1350	1535	---
50	T-21	Blanco	Media de 3 contac.	150	2CC-6	1350	505	---
100							1435	---
150							2030	---
100	PS-25	Blanco	Mogul de 3 contac.	173	2CC-6	1000	1500	---
200							3500	---
300							5000	---
150	T-21	Blanco	Media	160	CC-6	1350	2380	---
200	A-25	Mat. int. Claro	Media	176	CC-6	750	3800	3500
300	PS-30	Mat. int. a Claro	Media	204	C-8	750	6300	5550
500	PS-40		Mogul	247	C-8	1000	10750	9050
750	PS-52		Mogul	332	2CC-8	1000	16700	15000
1000	PS-52		Mogul	332	2CC-8	1000	23000	21000
1500	PS-52		Mogul	332	C-7 A	1000	33300	27000

⊕ Características de las Lámparas Incandescentes Reflectoras y Proyectoras

(Lámparas de 2000 horas de Vida)

Watts	Bulbo	Base	Longitud máxima total (mm.)	(1) Apertura aproximada del haz (grados)	(1) Flujo luminoso inicial del haz (lúmenes)	Flujo luminoso inicial total (lúmenes)	(2) Máxima intensidad luminosa inicial (candelas)	Distribución
<b>Proyectoras (3)</b>								
75	PAR-38	M. Ens. (5)	135	30	465	750	4800	Intensiva
75	PAR-38	M. Ens. (5)	135	60	600	750	1500	Extensiva
150	PAR-38	M. Ens. (5)	135	30	1100	1730	10500	Intensiva
150	PAR-38	M. Ens. (5)	135	60	1350	1730	3400	Extensiva
200	PAR-46	M. Contac.	102	17x23	1200	2350	33000	Estrecha
200	PAR-46	A. Lat. (6)	102	20x40	1300	2350	12000	Media
300	PAR-56	Mogul con	127	15x20	1800	3720	70000	Estrecha
300	PAR-56	tacto ame.	127	20x35	2000	3720	22000	Media
300	PAR-56	final (7)	127	30x60	2100	3720	10000	Ancha
<b>Reflectoras</b>								
30	R-20	Media	100	90	160	210	245	Extensiva
75	R-30	Media	132	50	410	820	1840	Intensiva
75	R-30	Media	132	130	700	820	430	Extensiva
150	R-40	Media	165	40	860	1890	7000	Intensiva
150	(4)R-40	Media	165	110	1600	1890	1300	Extensiva
300	(4)R-40	Media	165	35	1800	3700	13500	Intensiva
300	(4)R-40	Media	165	115	2800	3700	2500	Extensiva
500	(3)R-40	Mogul	184	35	3100	6500	22000	Intensiva
500	(3)R-40	Mogul	184	115	5400	6500	4850	Extensiva
500	R-57	Mogul	305	70	—	7850	—	Estrecha
500	R-52	Mogul	298	120	—	7850	—	Ancha
750	R-57	Mogul	305	70	—	12700	—	Estrecha
750	R-52	Mogul	298	120	—	12700	—	Ancha
1000	R-57	Mogul	305	70	—	17500	—	Estrecha

(1) En la apertura del haz se incluyen todos los rayos de intensidad luminosa de valor superior al 10 por 100 del valor del rayo de intensidad máxima que parte del foco luminoso.

(2) Valor en el cono central de 10° (apertura total) para todas las lámparas, excepto las lámparas de haz estrecho y las PAR de tipo intensivo. Para las lámparas de haz estrecho y las PAR de tipo intensivo, el cono central es de 5°.

(3) Bulbo de vidrio resistente al calor.

(4) También pueden adquirirse con bulbo de vidrio resistente al calor.

(5) Media roscada y con ensanchamiento para fijación el bulbo de vidrio de diámetro superior al de la base media.

(6) Media con contactos laterales tipo americano.

(7) Mogul con contactos de enchufe tipo americano.

**Designación y Datos Referentes a las Lámparas Fluorescentes.**

(1) Tipo de Lámpara	Base	Características de Servicio		Tensión Mínima de Arranque (Volts) (2)	Flujo Luminoso Inicial (Lúmenes)(3)		Flujo Luminoso medio (Lúmenes)(4)	
		Intensidad (Amperes)	Tensión (volts)		Blanca Fría	Blanca y Blanca Cálida	Blanca Fría	Blanca y Blanca Cálida
<b>Precaletamiento</b>								
4-W T-5 8"	Miniav. Biclav.	0.135	32	110	115	125	80	90
6-W T-5 9"	Miniav. Biclav.	0.145	47	110	250	260	195	200
8-W T-5 12"	Miniav. Biclav.	0.170	56	110	380	395	285	300
13-W T-5 21"	Miniav. Biclav.	0.180	85	176	740	785	590	610
14-W T-12 15"	Media Biclav.	0.385	39	110	580	600	475	490
15-W T-8 18"	Media Biclav.	0.300	55	110	760	785	640	665
15-W T-12 18"	Media Biclav.	0.330	48	110	680	705	590	615
20-W T-12 24"	Media Biclav.	0.380	56	110	1080	1120	940	990
25-W T-12 33"	Media Biclav.	0.490	57	110	1650	1700	1430	1470
30-W T-8 36"	Media Biclav.	0.355	98	176	1930	2000	1600	1660
90 W T-17 60"(15)	Mogul Biclav.	1.550	63	132	5560	5640	4600	4740
<b>Precalet. — Arranque Rápido</b>								
40-W T-12 48"(15) (16)	Media Biclav.	0.430	101	3100	3250	2800	2800	2930
<b>Arranque Rápido</b>								
30-W T-13 36"	Media Biclav.	0.430	75	250	1900	1970	1670	1730
<b>Alta Emisión(7)</b>								
24" T-12 30-W	Retr. D.C.(11)	0.800	41	225	1500	1550	1270	1310
48" T-12 60-W	Retr. D.C.	0.800	75	256	3850	3950	3160	3340
72" T-12 85-W	Retr. D.C.	0.800	113	395	6100	6300	5150	5320
96" T-12 110-W	Retr. D.C.	0.800	150	465	8500	8800	7180	7440
<b>Muy Alta Emisión (Super HI)(7) (8)</b>								
48" T-12 110-W	Retr. D.C.	1.500	86	250	6900	—	5800	—
72" T-12 160-W	Retr. D.C.	1.500	128	350	10900	—	9100	—
96" T-12 215-W	Retr. D.C.	1.500	172	470	15000	—	12600	—
<b>Circular(7)</b>								
22-W T-9 8 1/2" OD	Cuatro Clav.	0.380	60	185	1020	1060	765	795
32-W T-10 12" OD	Cuatro Clav.	0.430	80	205	1750	1830	1450	1500
40-W T-10 16" OD	Cuatro Clav.	0.415	108	205	2450	2530	2070	2120
<b>Arranque Instantáneo(9)</b>								
40-W T-12 48"	Media Biclav.	0.425	104	385	2700	2750	2400	2450
40-W T-17 60"	Mogul Biclav.	0.425	107	385	2700	2750	2430	2480
<b>"Slimline"(10)</b>								
42" T-6 25-W	Monoclavillo.	0.200	150	405	1625	1675	1370	1410
64" T-6 37-W	Monoclavillo.	0.200	233	540	2600	2700	2180	2240
72" T-8 37.5-W	Monoclavillo.	0.200	218	540	2650	2740	2280	2360
96" T-8 50-W	Monoclavillo.	0.200	290	675	3700	3800	3250	3300
48" T-12 38.5-W (15)	Monoclavillo.	0.425	100	385	2600	2700	2320	2410
72" T-12 56-W	Monoclavillo.	0.425	145	475	4100	4200	3670	3761
96" T-12 73.5-W (15)	Monoclavillo.	0.425	197	565	5800	5950	5200	5320

(1) Potencia nominal en watts, designación del bulbo (T indica lámparas tubulares y el número que le sigue determina el diámetro en octavos de pulgada), longitud total normal (la lámpara con dos porra lámparas normales).

(2) Para un arranque asegurado a 10°C, o más de temperatura ambiente o valores aplicables a las lámparas de precaletamiento, arranque instantáneo y "Slimline" conectadas a reactancias sencillas o dobles del tipo "Lead-Lag"; a las lámparas de arranque rápido, alta emisión y muy alta emisión conectadas a reactancias dobles del tipo serie; y a las lámparas circulares conectadas a reactancias sencillas del tipo "arranque rápido". Para las lámparas de muy alta emisión los valores son aplicables a un factor de pico de la tensión mínima, de 1.6.

(3) Medido después de cien horas de servicio a 25°C, y en condiciones de ensayo especificadas. Los valores aproximados para los otros tonos pueden determinarse multiplicando el flujo luminoso de las lámparas "blanca fría" por los siguientes factores: alta eficacia, 1.15; blanca de lujo, 0.73; blanca

suave, 0.70; luz día, 0.84; rosa y azul, 0.45; verde, 1.40; verde frío, 0.92; oro, 0.60; rojo 0.06.

(4) Valor aproximado al 40 por 100 de la vida media.

(5) Solamente en el tono "blanca fría" pueden adquirirse también lámparas de tipo reflector. La emisión luminosa aproximada es el 86 por 100 de la de las lámparas ordinarias.

(6) Valores eléctricos, aplicables únicamente al día de servicio con reactancias de arranque rápido.

(7) Lámparas con funcionamiento basado en el principio del arranque rápido.

(8) El valor de la emisión luminosa (lúmenes) se obtiene con los nuevos modelos de reactancias.

Los valores que se consiguen con las reactancias actuales es aproximadamente el 93 por 100 de los valores citados.

(9) Los clavillos de la base están cortocircuitados.

(10) Las lámparas "Slimline" T-6 y T-8 pueden trabajar de 100 a 300 mA, y las T-12 de 200 a 600 mA.

(11) Abreviaturas de "Retractor de doble contacto".

⊕ Pérdidas Aproximadas en las Reactancias (1)

Tipo de Lámpara	Tipo de Cebador	110 – 125 Volts			240 – 280 Volts		
		Sencillas	Dobles		Sencillas	Dobles	
			Tipo Serie	Tipo Lead-Lag		Tipo Serie	Tipo Lead-Lag
<b>Pre calentamiento</b>							
48" T-12 40W (2)	FC-4	10	—	16	10	—	16
60" T-17 90W	FC-85	21	—	30	—	—	40
<b>Arranque rapido</b>							
48" T-12 40W (2)	Corriente 430 mA	54 (3)	94 (3)	—	54 (3)	94 (3)	—
<b>"Slimline"</b>							
48" T-12 38,5W	425 mA	20	32	28	20	28	28
72" T-12 56W	425 mA	22	27	32	22	27	31
96" T-12 73.5W	425 mA	27	27	32	25	27	31
<b>Alta Emisión</b>							
48" T-12 60W	800 mA	85 (3)	145 (3)	—	85 (3)	147 (3)	—
72" T-12 85W	800 mA	118 (3)	205 (3)	—	118 (3)	205 (3)	—
96" T-12 110W	800 mA	138 (3)	245 (3)	—	138 (3)	245 (3)	—
<b>Muy Alta Emisión</b>							
48" T-12 110W	1,5 amps.	145 (3)	260 (3)	—	145 (3)	240 (3)	—
72" T-12 160W	1,5 amps.	235 (3)	360 (3)	—	235 (3)	360 (3)	—
96" T-12 215W	1,5 amps.	235 (3)	460 (3)	—	230 (3)	460 (3)	—

(1) Reactancias de alto factor de potencia

(2) Con lámparas de Pre calentamiento-Arranque rápido

(3) Potencia total absorbida por la reactancia, incluido el consumo de las lámparas y el consumo de la reactancia

Lámparas de Vapor de Mercurio

Designación ASA	Antigua Designación Westinghouse	Bulbo	Acabado	Longitud de Arco (mm)	Longitud Máxima (mm)	Distancia Base Foco (mm)	Flujo Lumínico Inicial (Lúmenes a las 100 h.)	Flujo Lumínico Medio (Lúmenes)
100 Watts								
H38-4 GS	C-H4-LG	PAR-38	Clara, Reflector Intensivo	—	138	—	2400	1440
H38-4 JM	E-H4-LG	PAR-38	Clara, Reflector Extensivo	—	138	—	2400	1440
H38-4 HT	L-H4-LG	BT-25	Clara	28	187	127	3650	2960
H38-4 JA/C	M-H4-LG	BT-25	Bianca Normal	28	187	127	3350	2580
H38-4 JA/W	M-H4/SW-LG	BT-25	Bianca de Alta Emisión	28	187	127	4000	2840
175 Watts								
H39-22 KB	A-H22-LG	BT-28	Clara	51	211	127	7600	6700
H39-22 KC/C	B-H22-LG	BT-28	Bianca Normal	51	211	127	7500	6350
H39-22 KC/W	B-H22/SW-LG	BT-28	Bianca de Alta Emisión	51	211	127	8050	6500
250 Watts								
H37-5 KB	C-H5-LG	BT-28	Clara	54	211	127	12000	10300
H37-5 KC/C	D-H5-LG	BT-28	Bianca Normal	54	211	127	11500	9650
H37-5 KC/W	D-H5/SW-LG	BT-28	Bianca de Alta Emisión	54	211	127	13000	10300
H37-5 KC/X	D-H5/X-LG	BT-28	Bianca de Lujo	54	211	127	8600	6950
400 Watts <sup>(2)</sup>								
H33-1-CD	E-H1-LG	BT-37	Clara	70	292	177	21500	18900
H33-1-GL/C	J-H1-LG	BT-37	Bianca Normal	70	292	177	2100	18200
H33-1-GL/W	J-H1/SW-LG	BT-37	Bianca de Alta Emisión	70	292	177	24000	19700
H33-1-GL/X	J-H1/X-LG	BT-37	Bianca de Lujo	70	292	177	15000	12700
H33-1-GL/Y	J-H1/Y-LG	BT-37	Amarilla	70	292	177	11500	9550
H33-1-FY	K-H1-LG	R-57	Mat. Int. Refl. Haz Ancho	—	324	—	18500	16400
H33-1-HC	L-H1-LG	R-57	Mat. Int. Refl. Haz Medio	—	324	—	17500	15200
H33-1-DN/C	P-H1-LG	R-57	Bianca Normal Semi Reflector	70	324	217	21000	19000
H33-1-DN/W	P-H1/SW-LG	R-57	Bianca de Alta Emisión Semi Reflector	70	324	217	24000	20100
H33-1-DN/X	P-H1/X-LG	R-57	Bianca de Lujo Semi Reflect.	70	324	217	15000	13000
H33-1-LN	—	R-60	Bianca Normal Haz Abierto	—	276	—	17200	15000
H33-1-FS/C	—	R-60	Bianca de Alta Emisión Haz Abierto	—	276	—	15000	13200
H33-1-FS/X	—	R-60	Bianca de Lujo Alta Emisión	—	276	—	11000	9350
425 Watts								
H40-17 MA	A-H17-LG	BT-37	Clara	89	292	177	21500	18900
H40-17 GL/C	B-H17-LG	BT-37	Bianca Normal	89	292	177	21000	18200
H40-17 GL/W	B-H17/SW-LG	BT-37	Bianca de Alta Emisión	89	292	177	24000	19700
H40-17 DN/C	C-H17-LG	R-57	Bianca Normal Semi Reflector	89	324	217	21000	19000
H40-17 DN/W	C-H17/SW-LG	R-57	Bianca de Alta Emisión Semi Reflector	89	324	217	24000	20100
430 Watts 6,6 Amperes								
H41-24 CD	A-H24-LG	BT-37	Clara	65	292	177	20000	16000
H41-24 GL/C	B-H24-LG	BT-37	Bianca Normal	65	292	177	18500	14100
H41-24 GL/W	B-H24/SW-LG	BT-37	Bianca de Alta Emisión	65	292	177	22000	16000
700 Watts								
H35-18 NA	A-H18-LG	BT-46	Clara	127	368	241	37000	31500
H35-18 ND/C	B-H18-LG	BT-46	Bianca Normal	127	368	241	36000	30600
H35-18 ND/W	B-H18/SW-LG	BT-46	Bianca de Alta Emisión	127	368	241	41000	33200
1000 Watts								
H34-12 GV	A-H12-LG	BT-56	Clara	127	390	241	55000	44500
H34-12 GW/C	C-H12-LG	BT-56	Bianca Normal	127	390	241	52000	41300
H34-12 GW/W	C-H12/SW-LG	BT-56	Bianca de Alta Emisión	127	390	241	60000	46000
H34-12 GW/X	C-H12/X-LG	BT-56	Bianca de Lujo	127	390	241	40000	30600
H34-12 KY/C	D-H12-LG	BT-56	Bianca Normal Semi Reflector	127	390	241	53500	42500
H34-12 KY/W	D-H12/SW-LG	BT-56	Bianca de Alta Emisión Semi Reflector	127	390	241	57000	44700
H36-15 GV	A-H15-LG	BT-56	Clara	152	390	241	57000	46000
H36-15 GW/C	B-H15-LG	BT-56	Bianca Normal	152	390	241	54000	43000
H36-15 GW/W	B-H15/SW-LG	BT-56	Bianca de Alta Emisión	152	390	241	62000	47100
H36-15 GW/X	B-H15/X-LG	BT-56	Bianca de Lujo	152	390	241	42000	32100
H36-15 KY/C	D-H15-LG	BT-56	Bianca Normal Semi Reflector	152	390	241	55000	43700
H36-15 KY/W	D-H15/SW-LG	BT-56	Bianca Normal Emisión Semi Reflector	152	390	241	59000	46300
H36-15 FB	—	R-80	Bianca Normal Haz Abierto	—	352	—	45500	34100
H36-15 FA/C	—	R-80	Bianca de Alta Emisión Haz Abierto	—	352	—	40000	30000
300 Watts								
H9 X-1	A-H9	T-91/2	Clara (De un sólo bulbo)	1220	1398	—	13200	108000

1) Promedio a lo largo de 16,000 horas de operación. La vida económicamente rentable de las lámparas LIFE GUARD es de 12,000 a 16,000 horas, y la de lámparas normales y las de vidrio duro de 7,000 horas.

2) Las lámparas de 400 w. tipo H25 no se fabrican en la actualidad. En los lugares en que las dimensiones físicas lo permitan, cualquiera de los otros tipos de lámparas de 400 w. pueden sustituirlas.

so el valor es: "A". El coeficiente de utilización, de --  
 acuerdo con la tabla correspondiente, para un local de --  
 80% de reflectancia del techo y de 50% de las paredes es  
 0.67 metros.

iv. - De la misma tabla de coeficiente de utilización, obtene--  
 mos un factor de mantenimiento de 0.70 metros.

v. - Sustituyendo los valores anteriores en la expresión co- -  
 rrespondiente para el cálculo del número de luminarias -  
 y de acuerdo con las características de una lámpara fluo  
 rescente de 40 watts, la que tiene 29000 lúmenes, obtene  
 mos:

$$\text{Número de luminarias} = \frac{1000 \times 18.30 \times 30.50}{4 \times 2900 \times 0.67 \times 0.70} = 102$$

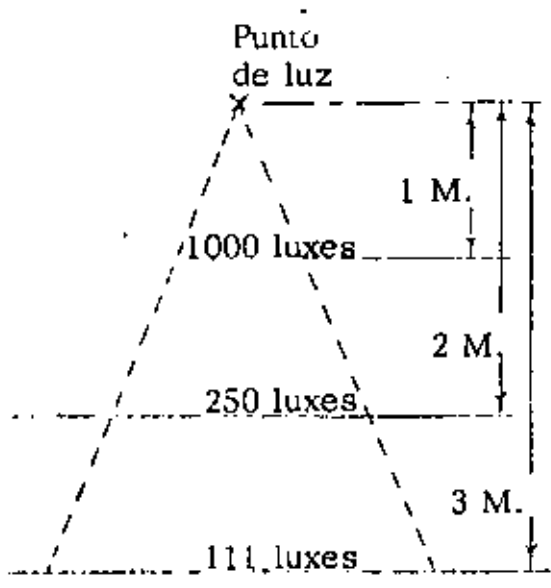
vi. - Con relación a las dimensiones de la oficina, una distri-  
 bución de 8 filas de 13 luminarias cada una proporciona  
 una iluminación satisfactoria, con una separación dentro  
 del máximo recomendado.



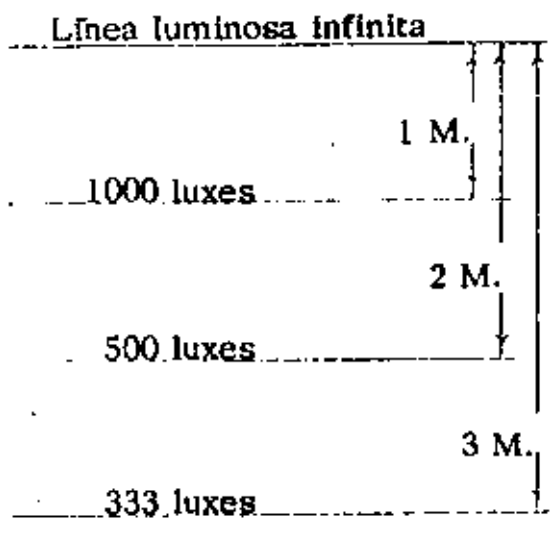
Método de punto por punto.

Este método se basa en la cantidad real de luz que se ha producido en cada punto del área iluminada. Esto requiere un conocimiento de la forma según la cual la luz se distribuye desde las diversas fuentes de iluminación que se tienen para tal efecto. Se tienen las siguientes relaciones fundamentales:

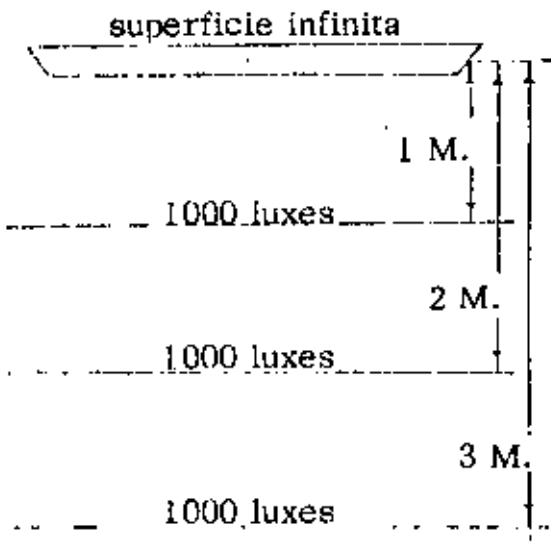
- i.- Fuentes puntiformes.- La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Una lámpara incandescente sola o en un globo cerrado, puede generalmente ser tratada como una fuente de luz puntiforme.
- ii.- Fuentes lineales de longitud infinita.- La iluminación es inversamente proporcional a la distancia. Una fila de lámparas fluorescentes o incluso una lámpara fluorescente a corta distancia se aproximan a una fuente lineal.
- iii.- Fuente superficial de área infinita.- La iluminación no cambia con la distancia. Un grupo panel luminoso, o un techo iluminado por medios totalmente indirectos se aproxima a esta condición, y dentro de ciertos límites



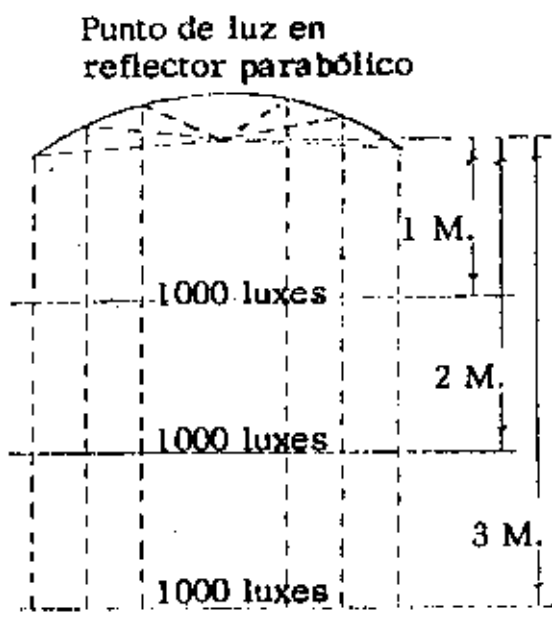
i. - Fuentes puntiformes



ii. - Fuentes lineales de longitud infinita.



iii - Fuente superficial de área infinita.



iv - Haz paralelo de luz.

tes, la iluminación no cambiará mucho con la distancia.

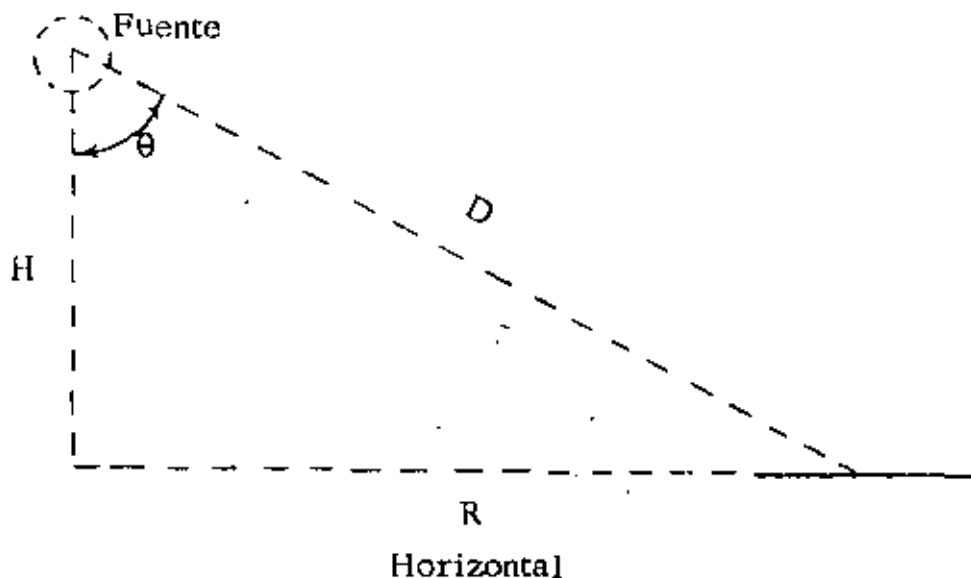
- iv.- Haz paralelo de luz.- La iluminación no cambia con la distancia. Una fuente verdaderamente puntiforme en un reflector perfectamente parabólico, produciría un haz de rayos paralelos, sin embargo como cualquier fuente de luz tiene dimensiones finitas, nunca se alcanzará un haz paralelo completo.- La ley de la inversa de los cuadrados se puede usar para calcular la iluminación de proyectores, focos concentradores y otras luminarias productoras de haces, más allá de una cierta distancia mínima, determinada por el diámetro y la distancia focal del reflector, y el tamaño de la fuente de luz.

Teóricamente, la ley de la inversa de los cuadrados está basada en una fuente de luz puntiforme que radia uniformemente en todas las direcciones. Así, donde la fuente de luz es grande y extensa, sea una línea de luz o un área de gran superficie, no podrá generalmente usarse el método de punto por punto para calcular la iluminación para distancias normales de trabajo. Se

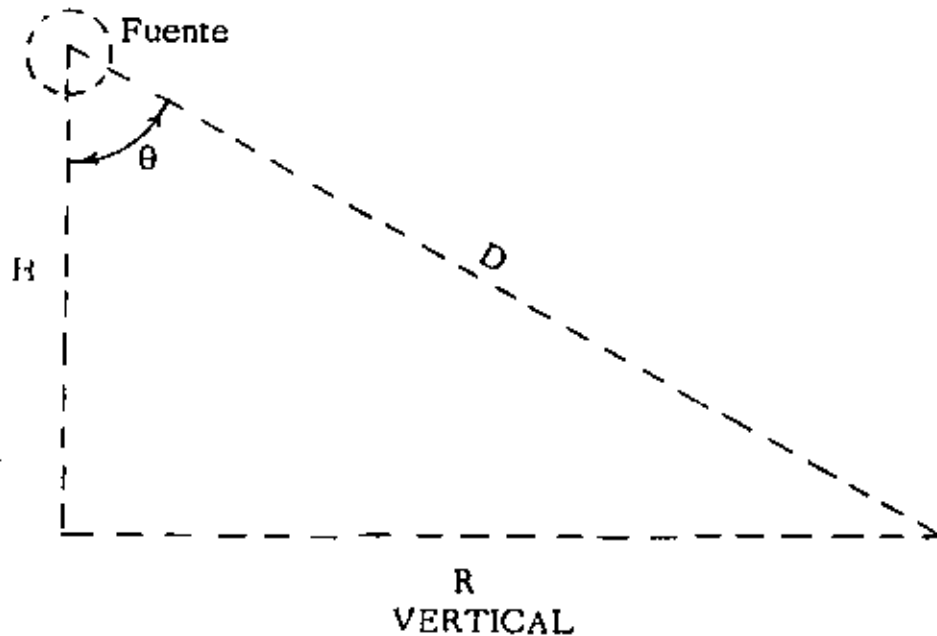
podría usar en todo caso para cualquier fuente de luz, a condición de que la distancia entre la fuente y la su perficie iluminada sea suficientemente grande con respecto al tamaño de la fuente. Con fuentes difusoras de luz, se acepta generalmente como distancia mínima, para poder calcular con exactitud razonable la ilumina ción, cinco veces la dimensión mayor de la fuente.

En los casos en que se den estas condiciones, y en los que haya curva de distribución luminosa de la fuente, se puede determinar la iluminación sobre la superficie horizontal o vertical, mediante el empleo de las fórmulas siguientes:

$$E = \frac{I \times \cos \theta}{D^2} \quad (\text{superficie horizontal})$$



$$E = \frac{I \times \text{sen } \theta}{D^2} \quad (\text{superficie vertical})$$



donde:

$E$ = Nivel de iluminación en luxes

$I$ = Intensidad luminosa en candelas

$D$ = Distancia de la fuente luminosa al lugar iluminado,  
en metros.

Y como:

$$\text{seno } \theta = \frac{R}{D} \quad \text{y,} \quad \text{coseno } \theta = \frac{H}{D}$$

Las fórmulas pueden escribirse de la forma siguiente:

En el plano horizontal:

$$E = \frac{I \times H}{D^3} = \frac{I \times \cos^3 \theta}{H^2}$$

En el plano vertical:

$$E = \frac{I \times R}{D^3} = \frac{I \times \cos^2 \theta \times \sin \theta}{H^2}$$

Para facilitar el cálculo de los niveles de iluminación en el plano horizontal, se tienen las tablas que se anexan las que se usarán siguiendo los tres puntos siguientes:

- i. - Determinar el ángulo en grados de la figura anterior por medio de la tabla.
- ii. - De la curva de distribución luminosa de la fuente de luz, determinar la intensidad luminosa de la fuente, en la dirección correspondiente al punto de que se trata.
- iii. - Multiplicar la intensidad luminosa (candelas) hallada en el punto 2 por el factor de multiplicación que es la cifra inferior de cada casilla de la tabla, y luego dividir el resultado por la intensidad luminosa ( 100 o 100000 candelas ) sobre el que se base la parte de la

**TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO"**  
 Números superiores: Ángulo entre la dirección de la luz y el eje vertical.  
 Números inferiores: LUX sobre el plano horizontal para la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección.

	DISTANCIA HORIZONTAL AL LIL DE LA FUENTE LUMINOSA (m)													
	0	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,45	2,75	3,05	3,35	3,65	3,95
	LUZ P.D. CADA 100 Candelas													
0,60	100 24,00	77 17,50	61 14,50	50 12,75	43 11,25	38 10,00	34 9,00	31 8,25	28 7,50	26 7,00	24 6,50	23 6,00	22 5,50	21 5,00
0,90	77 18,00	61 14,50	50 12,75	43 11,25	38 10,00	34 9,00	31 8,25	28 7,50	26 7,00	24 6,50	23 6,00	22 5,50	21 5,00	20 4,50
1,20	61 14,50	50 12,75	43 11,25	38 10,00	34 9,00	31 8,25	28 7,50	26 7,00	24 6,50	23 6,00	22 5,50	21 5,00	20 4,50	19 4,00
1,50	50 12,75	43 11,25	38 10,00	34 9,00	31 8,25	28 7,50	26 7,00	24 6,50	23 6,00	22 5,50	21 5,00	20 4,50	19 4,00	18 3,50
1,80	43 11,25	38 10,00	34 9,00	31 8,25	28 7,50	26 7,00	24 6,50	23 6,00	22 5,50	21 5,00	20 4,50	19 4,00	18 3,50	17 3,00
2,10	38 10,00	34 9,00	31 8,25	28 7,50	26 7,00	24 6,50	23 6,00	22 5,50	21 5,00	20 4,50	19 4,00	18 3,50	17 3,00	16 2,50
2,45	34 9,00	31 8,25	28 7,50	26 7,00	24 6,50	23 6,00	22 5,50	21 5,00	20 4,50	19 4,00	18 3,50	17 3,00	16 2,50	15 2,00
2,75	31 8,25	28 7,50	26 7,00	24 6,50	23 6,00	22 5,50	21 5,00	20 4,50	19 4,00	18 3,50	17 3,00	16 2,50	15 2,00	14 1,50
3,05	28 7,50	26 7,00	24 6,50	23 6,00	22 5,50	21 5,00	20 4,50	19 4,00	18 3,50	17 3,00	16 2,50	15 2,00	14 1,50	13 1,00
3,35	26 7,00	24 6,50	23 6,00	22 5,50	21 5,00	20 4,50	19 4,00	18 3,50	17 3,00	16 2,50	15 2,00	14 1,50	13 1,00	12 0,50
3,65	24 6,50	23 6,00	22 5,50	21 5,00	20 4,50	19 4,00	18 3,50	17 3,00	16 2,50	15 2,00	14 1,50	13 1,00	12 0,50	11 0,00
3,95	23 6,00	22 5,50	21 5,00	20 4,50	19 4,00	18 3,50	17 3,00	16 2,50	15 2,00	14 1,50	13 1,00	12 0,50	11 0,00	10 -0,50
4,25	22 5,50	21 5,00	20 4,50	19 4,00	18 3,50	17 3,00	16 2,50	15 2,00	14 1,50	13 1,00	12 0,50	11 0,00	10 -0,50	9 -1,00
4,55	21 5,00	20 4,50	19 4,00	18 3,50	17 3,00	16 2,50	15 2,00	14 1,50	13 1,00	12 0,50	11 0,00	10 -0,50	9 -1,00	8 -1,50
4,90	20 4,50	19 4,00	18 3,50	17 3,00	16 2,50	15 2,00	14 1,50	13 1,00	12 0,50	11 0,00	10 -0,50	9 -1,00	8 -1,50	7 -2,00
5,20	19 4,00	18 3,50	17 3,00	16 2,50	15 2,00	14 1,50	13 1,00	12 0,50	11 0,00	10 -0,50	9 -1,00	8 -1,50	7 -2,00	6 -2,50
5,50	18 3,50	17 3,00	16 2,50	15 2,00	14 1,50	13 1,00	12 0,50	11 0,00	10 -0,50	9 -1,00	8 -1,50	7 -2,00	6 -2,50	5 -3,00
5,80	17 3,00	16 2,50	15 2,00	14 1,50	13 1,00	12 0,50	11 0,00	10 -0,50	9 -1,00	8 -1,50	7 -2,00	6 -2,50	5 -3,00	4 -3,50
6,10	16 2,50	15 2,00	14 1,50	13 1,00	12 0,50	11 0,00	10 -0,50	9 -1,00	8 -1,50	7 -2,00	6 -2,50	5 -3,00	4 -3,50	3 -4,00

6-34

MANUAL DE ALUMBRADO WESTINGHOUSE

	DISTANCIA HORIZONTAL AL LIL DE LA FUENTE LUMINOSA (m)													
	0	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,45	2,75	3,05	3,35	3,65	3,95
	LUZ P.D. CADA 100 Candelas													
6,40	15 3,50	14 3,25	13 3,00	12 2,75	11 2,50	10 2,25	9 2,00	8 1,75	7 1,50	6 1,25	5 1,00	4 0,75	3 0,50	2 0,25
6,70	14 3,25	13 3,00	12 2,75	11 2,50	10 2,25	9 2,00	8 1,75	7 1,50	6 1,25	5 1,00	4 0,75	3 0,50	2 0,25	1 0,00
7,00	13 3,00	12 2,75	11 2,50	10 2,25	9 2,00	8 1,75	7 1,50	6 1,25	5 1,00	4 0,75	3 0,50	2 0,25	1 0,00	0 -0,25
7,30	12 2,75	11 2,50	10 2,25	9 2,00	8 1,75	7 1,50	6 1,25	5 1,00	4 0,75	3 0,50	2 0,25	1 0,00	0 -0,25	-1 -0,50
7,60	11 2,50	10 2,25	9 2,00	8 1,75	7 1,50	6 1,25	5 1,00	4 0,75	3 0,50	2 0,25	1 0,00	0 -0,25	-1 -0,50	-2 -0,75
8,25	10 2,25	9 2,00	8 1,75	7 1,50	6 1,25	5 1,00	4 0,75	3 0,50	2 0,25	1 0,00	0 -0,25	-1 -0,50	-2 -0,75	-3 -1,00
9,15	9 2,00	8 1,75	7 1,50	6 1,25	5 1,00	4 0,75	3 0,50	2 0,25	1 0,00	0 -0,25	-1 -0,50	-2 -0,75	-3 -1,00	-4 -1,25
10,05	8 1,75	7 1,50	6 1,25	5 1,00	4 0,75	3 0,50	2 0,25	1 0,00	0 -0,25	-1 -0,50	-2 -0,75	-3 -1,00	-4 -1,25	-5 -1,50
11,00	7 1,50	6 1,25	5 1,00	4 0,75	3 0,50	2 0,25	1 0,00	0 -0,25	-1 -0,50	-2 -0,75	-3 -1,00	-4 -1,25	-5 -1,50	-6 -1,75
12,20	6 1,25	5 1,00	4 0,75	3 0,50	2 0,25	1 0,00	0 -0,25	-1 -0,50	-2 -0,75	-3 -1,00	-4 -1,25	-5 -1,50	-6 -1,75	-7 -2,00
13,70	5 1,00	4 0,75	3 0,50	2 0,25	1 0,00	0 -0,25	-1 -0,50	-2 -0,75	-3 -1,00	-4 -1,25	-5 -1,50	-6 -1,75	-7 -2,00	-8 -2,25
15,25	4 0,75	3 0,50	2 0,25	1 0,00	0 -0,25	-1 -0,50	-2 -0,75	-3 -1,00	-4 -1,25	-5 -1,50	-6 -1,75	-7 -2,00	-8 -2,25	-9 -2,50
16,75	3 0,50	2 0,25	1 0,00	0 -0,25	-1 -0,50	-2 -0,75	-3 -1,00	-4 -1,25	-5 -1,50	-6 -1,75	-7 -2,00	-8 -2,25	-9 -2,50	-10 -2,75
18,30	2 0,25	1 0,00	0 -0,25	-1 -0,50	-2 -0,75	-3 -1,00	-4 -1,25	-5 -1,50	-6 -1,75	-7 -2,00	-8 -2,25	-9 -2,50	-10 -2,75	-11 -3,00
21,35	1 0,00	0 -0,25	-1 -0,50	-2 -0,75	-3 -1,00	-4 -1,25	-5 -1,50	-6 -1,75	-7 -2,00	-8 -2,25	-9 -2,50	-10 -2,75	-11 -3,00	-12 -3,25
24,40	0 -0,25	-1 -0,50	-2 -0,75	-3 -1,00	-4 -1,25	-5 -1,50	-6 -1,75	-7 -2,00	-8 -2,25	-9 -2,50	-10 -2,75	-11 -3,00	-12 -3,25	-13 -3,50
30,50	-1 -0,50	-2 -0,75	-3 -1,00	-4 -1,25	-5 -1,50	-6 -1,75	-7 -2,00	-8 -2,25	-9 -2,50	-10 -2,75	-11 -3,00	-12 -3,25	-13 -3,50	-14 -3,75
38,10	-2 -0,75	-3 -1,00	-4 -1,25	-5 -1,50	-6 -1,75	-7 -2,00	-8 -2,25	-9 -2,50	-10 -2,75	-11 -3,00	-12 -3,25	-13 -3,50	-14 -3,75	-15 -4,00
45,70	-3 -1,00	-4 -1,25	-5 -1,50	-6 -1,75	-7 -2,00	-8 -2,25	-9 -2,50	-10 -2,75	-11 -3,00	-12 -3,25	-13 -3,50	-14 -3,75	-15 -4,00	-16 -4,25
53,35	-4 -1,25	-5 -1,50	-6 -1,75	-7 -2,00	-8 -2,25	-9 -2,50	-10 -2,75	-11 -3,00	-12 -3,25	-13 -3,50	-14 -3,75	-15 -4,00	-16 -4,25	-17 -4,50
60,95	-5 -1,50	-6 -1,75	-7 -2,00	-8 -2,25	-9 -2,50	-10 -2,75	-11 -3,00	-12 -3,25	-13 -3,50	-14 -3,75	-15 -4,00	-16 -4,25	-17 -4,50	-18 -4,75

6-35

DISEÑO DE ALUMBRADO DE INTERIORES

El nivel luminoso sobre las superficies verticales—en puntos fuera del plano vertical que comprende la fuente luminosa—puede ser determinado usando el factor de multiplicación encontrado al utilizar la tabla al revés; la altura de la fuente luminosa se lee sobre la escala de distancias horizontales, etc.

tabla que se ha utilizado.

El resultado así obtenido es la iluminación en luxes en ese punto.

Estas tablas también pueden utilizarse para calcular niveles de iluminación sobre superficies verticales en puntos de un plano que sea normal al plano vertical que incluye a la fuente de luz y al punto. Cuando el punto está sobre una superficie vertical que no es normal al plano vertical que contiene la fuente y al punto, se debe considerar el ángulo adicional.

#### Ejemplo:

Un punto se encuentra 10 pies abajo y 20 pies a la derecha de una fuente luminosa cuya potencia uniforme distribuida es de 1000 candelas. Determinese la iluminación producida por ese punto en los planos siguientes:

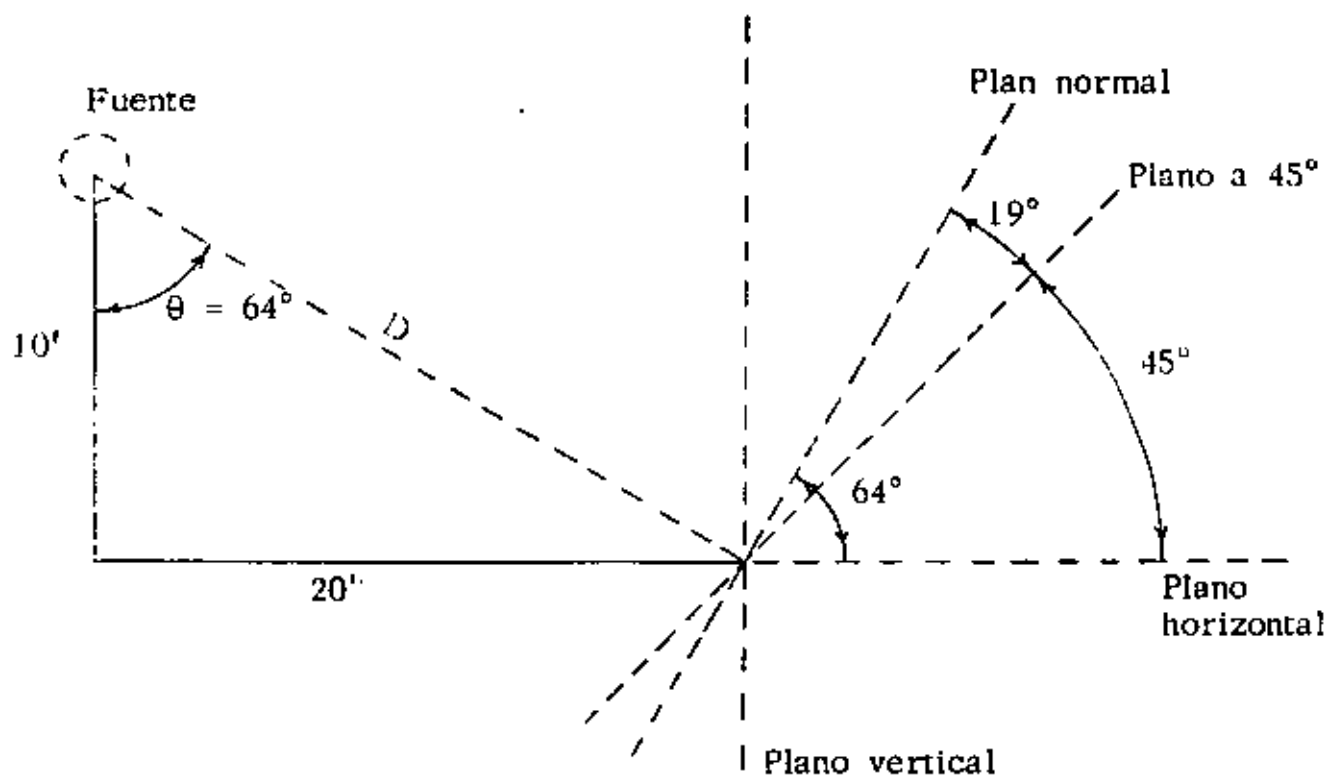
Plano normal;

Plano horizontal;

Plano vertical;

Plano a 45 grados con referencia al plano horizontal.





Cálculos:

$$\tan \theta = 20/10 = 2.0$$

$$\theta = 64^\circ$$

$$E_n = 10/d^2 = 1000/500^* = 2 \text{ bujías-pie.}$$

$$E_n = E_n \cos \theta = (2) (\cos 64^\circ) = (2) (.44) = 0.88 \text{ bujías - pie.}$$

$$E_v = E_n \sin \theta = (2) (\sin 64^\circ) = (2) (.90) = 1.8 \text{ bujías - pies.}$$

$$E_{45^\circ} = E_n \cos 19^\circ = (2) (.95) = 1.9 \text{ bujías - pie.}$$

$$* d^2 = a^2 + b^2 + (20)^2 = 100 + 400 = 500$$

Cargas de alumbrado arquitectónica.

El fin primordial de éstas cargas es proporcionar los efectos de -  
contraste entre luz y sombra para hacer resaltar las característi-  
cas particulares de una construcción, aunque en algunas ocasiones  
puede tener también fines utilitarios.

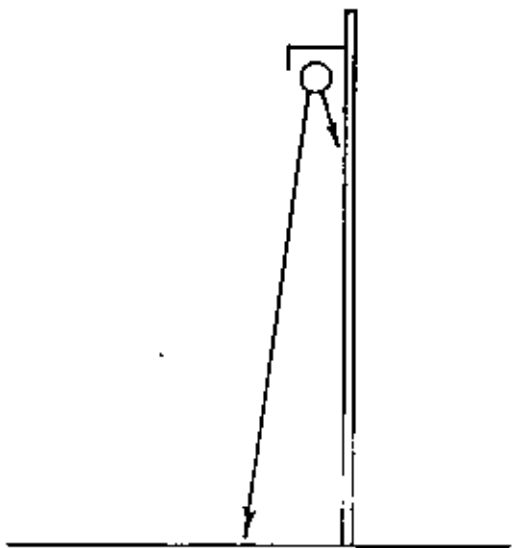
Estas cargas podemos clasificarlas en la forma siguiente:

- ° Con proyectores.
- ° Rasante.

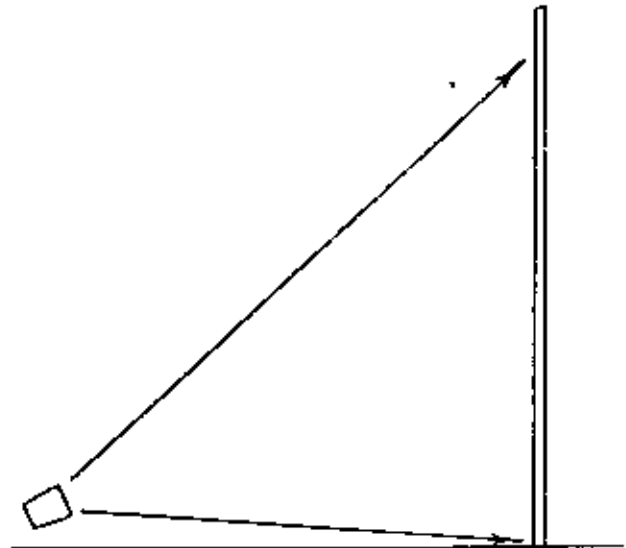
La carga con proyectores presenta un ángulo de incidencia grande,  
además de una iluminación uniforme. El problema que se tiene -  
con esta carga es el de su posición con el fin de poderla dejar -  
oculta.

La carga rasante proporciona un ángulo de incidencia pequeño con  
una iluminación concentrada. Su problema al igual que la ante---  
rior es el ocultar la fuente de iluminación.

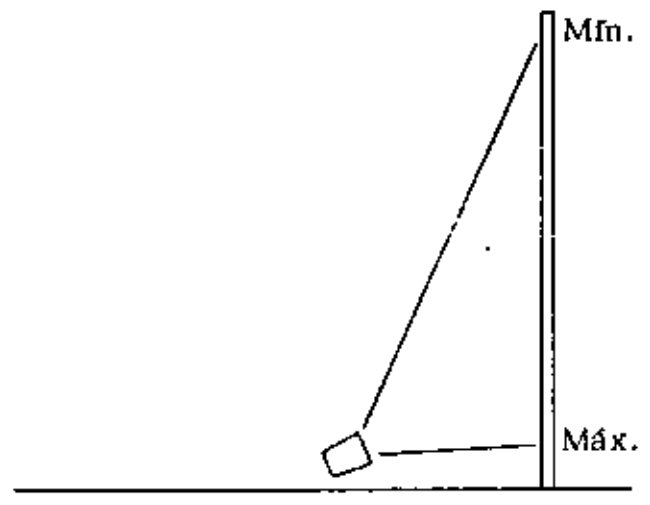
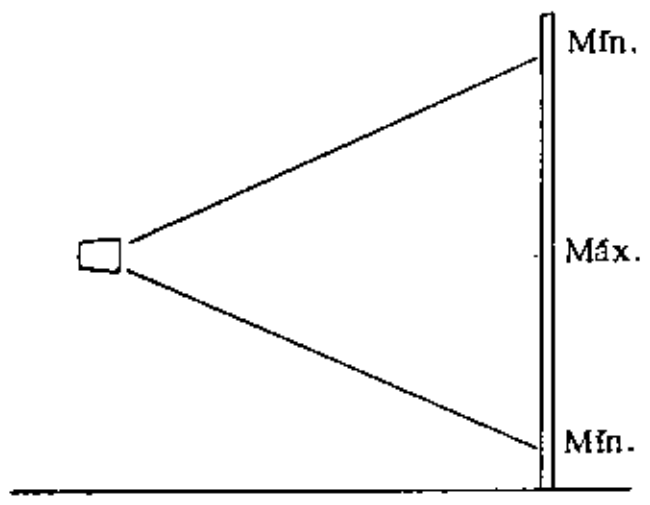
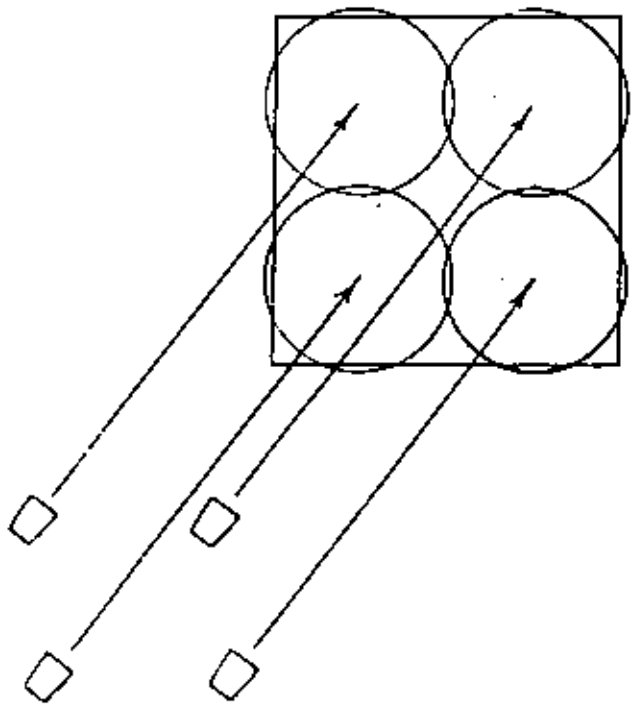
2. - Cargas de aparatos. - Criterio para determinar cargas.



RASANTE



PROYECTOR



ii

Las cargas de aparatos pueden ser:

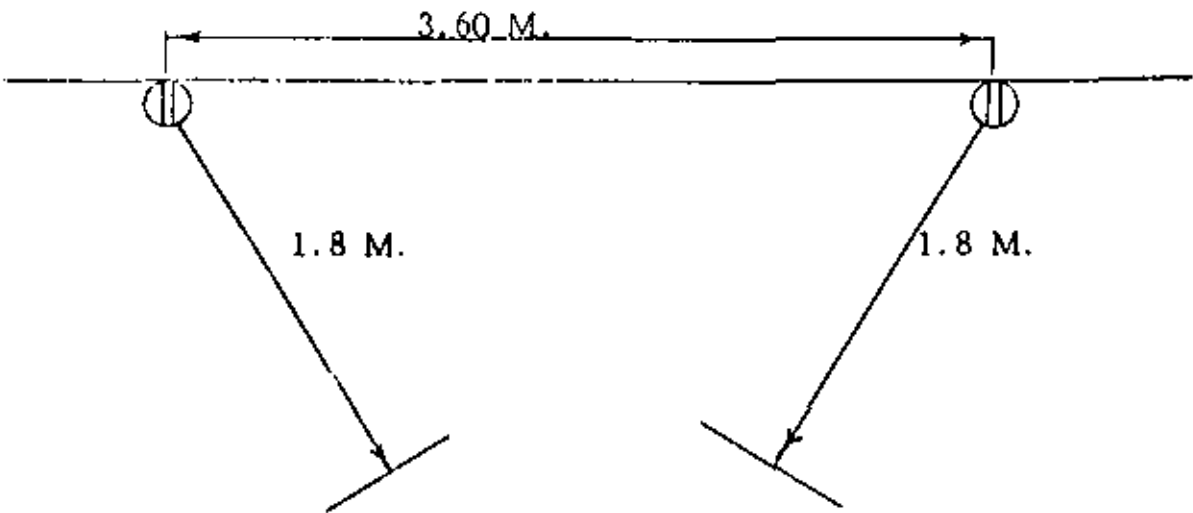
- ° Definidas
- ° Indefinidas

Carga definida.- Las cargas definidas son por ejemplo: calefactores, acondicionadores de aire, aparatos domésticos, equipos telefónicos, equipos de sonido, alarmas, rayos x, etc.

Por lo que corresponde a estas cargas, es importante conocer su capacidad y su localización exacta al desarrollarse el proyecto. - Estas pueden ser fijas o móviles, en el caso de ser fijas se deberá tener un medio de desconexión. Si son móviles deberá instalarse contacto especial para su alimentación.

Las cargas de aparatos domésticos son las siguientes:

	WATTS TÍPICOS	VOLTAJE USUAL
PLANCHADORA	1600	127
LAVADORA ROPA	1200	127
SECADORA	5000	127-220
PLANCHA	1000	127



$S < 40 \text{ M}^2$ : 1 contacto / 3 M.

$S > 40 \text{ M}^2$ : 8 contactos + 3 contactos cada 40  $\text{M}^2$

	WATTS TIPICOS	VOLTAJE USUAL
CALENTADOR DE AGUA	3000	127-220
CALEFACTOR	1000-2500	127-220
TELEVISOR	300	127
ACONDICIONADOR	1200-2400	127-220
ESTUFA	12000	127-220
HORNO	4500	127-220
PARRILLA	3000-6000	127-220
LAVADORA PLATOS	1200	127
TRITURADOR	300	127
ASADOR	1500	127
CAFETERA	1000	127
REFRIGERADOR	300	127
CONGELADOR	400	127

Carga indefinida. - Esta provee el uso de aparatos pequeños o de alumbrado suplementario en una zona determinada. Su uso implica utilizar elementos de conexión, conocidos con el nombre de con  
tactos.

Para su localización no existe una regla fija, pudiéndose situar --  
donde sea posible el uso de un aparato. Debe considerarse el al

cance máximo normal de los conductores de los aparatos por conectarse los que por lo general tienen aproximadamente 1.80 metros, por lo tanto el espaciamiento máximo puede ser de 3.60 metros. De acuerdo a donde se vayan a instalar estos contactos se tienen las siguientes recomendaciones:

Residencias.- Los contactos por habitación, deberán tener un espaciamiento máximo de 3.60 metros.

Oficinas.- Para una superficie normal de 40 metros cuadrados - un contacto cada 3 metros de muro. Para una superficie mayor, 8 contactos por los primeros 40 metros cuadrados con tres más - por cada 40 metros cuadrados adicionales.

Escuelas.- Un contacto por cada muro.

Locales comerciales.- Un contacto por cada 40 metros cuadrados.

3.- Cargas de fuerza.- Parámetros necesarios para su determinación.

Las cargas de fuerza son las que corresponden a los motores eléctricos. Están definidas por las características de placa de este dispositivo.

La localización de estas cargas deberá ser accesible para su montaje, su servicio y su operación.

El circuito básico de las mismas contempla los siguientes elementos indispensables para su operación.

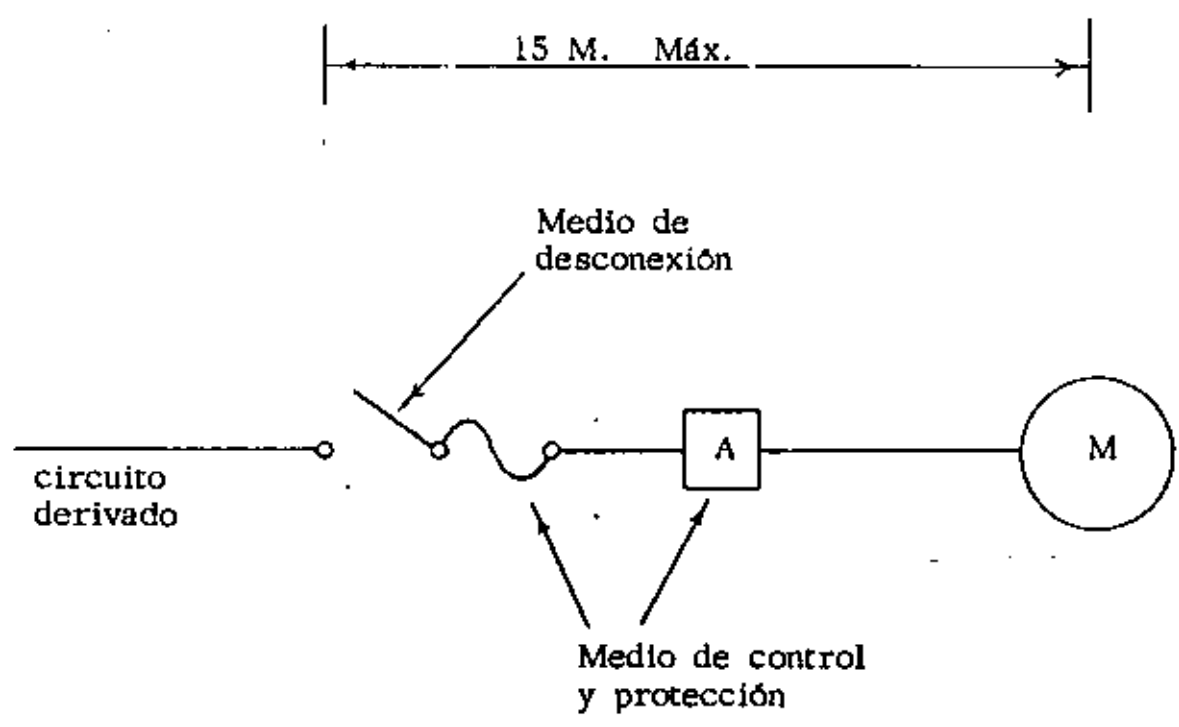
° Medio de control y protección

° Medio de desconexión

Tanto los medios de control y protección como los de desconexión deberán estar visibles desde el motor, con objeto de tener una mayor seguridad. Al considerarse la carga de un motor se deberá tener presente que durante el arranque ésta aumenta de 5 a 7 veces.

Finalmente de acuerdo con la reglamentación existente en México, para motores mayores de 10 C.P. es necesario utilizar arrancadores con voltaje reducido.





CIRCUITO ELEMENTAL DE UN MOTOR.

# NIVELES DE ILUMINACION EN MEXICO

NIVELES de Iluminación, para locales interiores que recomienda la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación, A.C. — Illuminating Engineering Society. — Mexico Chapter, como resultado de las reuniones que para tal objeto se llevaron a cabo en el Auditorio del edificio número 2 de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, en la Unidad Profesional del Instituto Politécnico Nacional en Zacatenco, D. F., en las cuales estuvieron presentes los representantes de diversas Instituciones, Dependencias Oficiales y Compañías interesadas en la buena iluminación.

- COMITE:
- ING. RODRIGO GUERRERO ESCOLANO.
  - ING. ENRIQUE VENEGAS SANDOVAL.
  - ING. EDMUNDO MORALES SILVA
  - ING. ABEL GARCIA OROPEZA
  - DIRECTOR DE DEBATES DE LA MESA REDONDA
  - ING. OCTAVIO SANCHEZ HIDALGO B.

La primera columna lleva por encabezado I.E.S. 99% y está formada por los niveles de iluminación determinados por la teoría del Dr. H.R. Blackwell, publicados por el I.E.S. Lighting Handbook edición 1959, con las consiguientes características: un 99% de rendimiento visual y 5 asimilaciones por segundo. Entendiéndose por 5 asimilaciones por segundo, el promedio de percepciones visuales de un objeto, que puede hacer una persona por un segundo.

La segunda columna S.M.I.I. 95%, está formada por los niveles de iluminación con un rendimiento visual de 95% y las otra 5 asimilaciones por segundo. Esta columna se determinó por medio de un divisor de conversión, que fue encontrado después de hacer interpolaciones entre curvas dadas por el Dr. Blackwell, para 3 asimilaciones por segundo y para 10 asimilaciones por segundo; usando como parámetro valores de brillantez (B) expresados en footlamberts y rendimientos visuales en por ciento.

De esos factores se sacaron los valores apropiados de brillantez (B) para cada tarea visual, teniendo ya esos valores se tomó como dividendo común el valor de (B) para 99% de rendimiento visual y como divisor los valores de (B) para cada rendimiento visual requerido. En este caso se acordó un 95% de rendimiento visual, para recomendar como valor mínimo en actividades que ocasionalmente se desarrollan bajo iluminación artificial, con lo que se baja la iluminación a valores aplicables en forma económica en México sin que se provoque con ello niveles de iluminación que causarían cansancio visual a las personas que trabajan en estos locales y que desarrollan una determinada tarea visual y al mismo tiempo no bajen esos valores, ya que de hacerse así, la eficacia del personal bajaría en igual proporción que los rendimientos visuales.

El divisor de conversión es 1.75.

En los casos en que el valor de la S.M.I.I. 95% y el del I.E.S. 99% son iguales, significa que es el valor mismo que se debe recomendar.

## INDICE

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1. EDIFICIOS INDUSTRIALES                       | 5. AREAS COMUNES              |
| 2. OFICINAS, ESCUELAS Y EDIFICIOS PUBLICOS      | 6. ALUMBRADO EXTERIOR         |
| 3. HOSPITALES                                   | 7. ALUMBRADO AREAS DEPORTIVAS |
| 4. HOTeles, RESTAURANTES, TIENDAS Y RESIDENCIAS | 8. ALUMBRADO DE TRASPORTES.   |

1. EDIFICIOS INDUSTRIALES

	LUXES I.E.S. 99%	LUXES S.M.I.L. 95%		I.E.S. 99%	S.M.I.L. 95%
ACERO (Véase Hierro y Acero)			EMPACADORAS DE CARNE		
ACUMULADORES, MANUFACTURA DE			Matadero (Rastro)	300	200
Moldeado caldas	500	300	Limpieza, desazado, cocido, molendas, enlatado y empaquetado	1000	600
ARCILLA Y CEMENTOS, PRODUCTOS DE			INCUADERNACION		
Molienda, prensa filtrado, hornos de secado, vaciado y desvestido	300	200	Doblado, ensamblado, empaste, cortado, punzonado y cocido	700	400
Esmalado, pintura y vidriado (Trabajo burdo)	1000	600	Grabado en resaca e inspección	2000a	1100a
Pintura y vidriado (Trabajo fino)	3000a	1700a	ENLATADORAS DE CONSERVAS		
AUTOMOVILES, MANUFACTURA DE			Clasificación inicial:		
Ensamblado bastidor	500	300	Jitomates	1000	600
Ensamblado Chasis	1000	600	Otras muestras	500	300
Ensamblaje final e inspección	7000a	1100a	Clasificación por color (cuartos de cortado)	2000a	1100a
Manufactura carrocería:			Preparación:		
Ensamblado	1000	600	Selección preliminar:		
Partes	700	400	Chavacanas y duraznos	500	300
Acatado e inspección	2000a	1100a	Jitomates	1000	600
AVIONES, MANUFACTURA DE			Aceitunas	1500	900
Partes:			Cortado y picado	1000	600
Producción	1000	600	Selección final	1000	600
Inspección	2000a	1100a	Enlatado:		
Acabado de piezas:			Enlatado en bandes, sin fin	1000	600
Taladrado, remachado y apretado de tornillos	700	400	Enlatado estacionario	1000	600
CUARTO PINTURA	1000	600	Empacado a mano	500	300
Trazado sobre aluminio, formado partes pequeñas del fuselaje y alas	1000	600	Aceitunas	1000	600
Soldadura:			Inspección de muestras enlatadas	2000a	1100a
Illuminación general	500	300	Manejo de envases:		
ILUMINACION LOCALIZADA	10000	6000	Inspección	2000a	1100a
Subensamblado:			Etiquetado y empaquetado	300	200
Tren de aterrizaje, fuselaje, secciones, alas y otras partes grandes	1000	600	ENSAMBLADO		
ENSAMBLADO FINAL			Tosco, fácil de ver	300	200
Colocación de motores, hélices, secciones ala y tren de aterrizaje	1000	600	Tosco, difícil de ver	500	300
Inspección de la nave ensamblada y su equipo	1000	600	Medio	1000	600
Reparación con máquinas herramientas	1000	600	Fino	5000	3000
ASERRADEROS			Extrafino	10000	6000
Clasificación de la madera	2000	1700	ENSAYOS O PRUEBAS		
AZÚCAR, REFINERIAS DE			General	500	300
Clasificación	500	300	Instrumentos, extrafinos, escalas, etc.	2000a	1100a
Inspección color	2000	1100	EQUIPO ELECTRICO, MANUFACTURA DE:		
CAJAS DE CARTON, MANUFACTURA DE			Impregnado	500	300
Area general de manufactura	500	300	Aislado, embobinado	1000	600
CARBON, VERTEDORES DE			Pruebas	1000	600
Quebradoras, cerridos y limpieza	100	60	EXTRUCTURAS DE ACEPO, MANUFACTURA	500	300
Selección	3000a	1700a	EXPLOSIVOS, MANUFACTURA DE	300	200
CARPINTERIAS			FORJADO, TALLERES DE	500	300
Trabajo burdo de banco y sierra	300	200	FUNDICIONES		
Encolado, cepillado, lijado, trabajo de mediana calidad en máquinas y banco	500	300	Templado (Hornos)	300	200
Trabajo fino de máquina y banco, lijado y acabado fino	1000	600	Limpieza	300	200
CERVECERAS, INDUSTRIAS			Hechura de corazones:		
Elaboración y lavado de barriles	300	200	Finos	1000	600
Llenado (de botellas, taras, barriles)	500	300	Medianos	500	300
CUARTOS DE CONTROL (Véase Plantas Generadoras)			Inspección:		
DULCES INDUSTRIAS			Fina	5000a	3000a
Departamento de Chocolate:			Mediana	1000	600
Descascarado, selección, extracción, de aceite, quebrado y refinación, alimentación	500	300	Moldeo:		
Limpieza del grano, selección inmersión, empaquetado y envoltura	500	300	Mediano	1000	600
Molienda	1000	600	Grande	500	300
Elaboración de crema:			Colado	500	300
Mezclado, cocción y moldeado	500	300	Selección	500	300
Pastillas de goma y jaleas	500	300	Cubierta	700	400
Decoración a mano	1000	600	Desmolde	300	200
Caramelos:			GALVANOMASTIA	300	200
Mezclado, cocción y moldeado	500	300	GARAGES AUTOMOVILES Y CAMIONES:		
Coma y selección	1000	600	Taller de Servicio:		
Elaboración de pesos y envoltura	1000	600	Reparaciones	1000	600
			Areas activas de tráfico	200	100
			Garages para estacionamiento:		
			Entrada	500	300
			Espacio para circulación	100	100
			Espacio para estacionamiento	50	50
			GRANJAS		
			Establo y Galinero	100	100
			GRABADO (CERA)	2000a	1100a

	1959%	1958%		1959%	1958%
<b>GUANTES, MANUFACTURA DE</b>					
Planchado y costura	3000	2000	<b>LAVADO Y PLANCHADO, INDUSTRIAS DE.</b>		
Tejido y desfilado	1000	600	Checado y selección	500	300
Cosido e inspección	5000	3000	Lavado en seco, húmedo y vaporizado	500	300
<b>HUNGARES</b>					
Servicio de reparación únicamente	1000	600	Inspección y desmanchado	3000	2000
<b>HIELO, FABRICAS DE</b>					
Cuarto de compresores y máquinas	700	100	Computadoras y modificaciones	2000	1000
<b>HIERRO Y ACERO, MANUFACTURA DE</b>					
Módulo de hogar abierto			Planchado	1500	600
Patio de cimentación	100	60	<b>LAVANDERIAS</b>		
Piso de corte	200	100	Lavado	300	200
Refractarios en horno			Planchado de blancos, pesado, hacer listas marcadas	500	300
Fosas de agua	200	100	Planchado a máquina y selección	700	400
Plataformas de control	300	200	Planchado fino a mano	1000	600
Patio de estudio	30	30	<b>LLANTAS DE HULE Y CAMARAS; MANUFACTURA DE</b>		
Cosido	300	200	Preparación materia prima		
Almacenamiento de placas	100	60	Plasticación, molienda y Banbury	300	200
Bandeja de pesada	100	60	Prensado en calandra	500	300
Exposiciones	500	200	Preparación de la tela:		
Patio de trancheas	200	100	Cortado y construcción de cables	500	300
Patio de Chivara	100	60	Máquinas para las cámaras y recubrimiento	500	300
Edificio de ensayo	300	200	Construcción de llantas:		
Edificio de Calentados	100	60	Llantas sólidas	300	200
Bala compresión	100	60	Llantas neumáticas	500	300
<b>Módulo de laminado de:</b>					
Lingote, planchas, solapas y láminas en caliente	300	200	Departamento de vulcanización:		
Laminación en frío de placas	300	200	Cámaras y llantas	700	400
Tubo, varilla laminada	500	300	Inspección final	2000	1000
Hierro estructural y planchas	300	200	Envoltura	500	300
<b>Módulo de laminación de hojalata:</b>					
Estañado y galvanizado	500	300	<b>MOLINOS DE HARINA</b>		
Laminación en frío	500	300	Rodillos, cerradores, purificadores	500	300
Cuarto de molinos y máquinas	200	200	Empecado	300	200
Inspección:			Control de producción	1000	600
Esbado de alma negra, lingotes y bloques	1000	600	Limpiado, cargadores, andenes, tolvas	300	200
Hojalata y otras superficies brillantes	1000	600	<b>PAN, INDUSTRIAS DE</b>		
<b>HULE, PRODUCTO DE</b>					
Preparación de la materia prima:			Cuarto de marcado	500	300
Plasticación, molienda y Banbury	300	200	Cuarto de fermentado	300	200
Prensado en calandra	500	300	Formado:		
Preparación de la tela			Paño blanco	300	200
Cortado y otros trabajos	500	300	Pastelillos y pan dulce	500	300
Productos por extrusión	500	300	Cuartos de hornos	300	200
Productos moldeados y vulcanización	500	300	Refractarios y otros ingredientes	500	300
Inspección	2000	1000	Decorado:		
<b>LABONES, MANUFACTURA DE</b>					
Pana, corte, ensayos de jabón y detergentes en polvo	300	200	Mecánico	500	300
Troquelado, envoltas y empaque, llenado y detergentes en polvo	500	300	Manual	1000	600
<b>LACTEOS, PRODUCTOS</b>					
Industria láctea			Básculas y termómetros	500	300
Cuarto de ensayos y almacén botellas	300	200	Envoltura	300	200
Botellas	500	300	<b>PAPEL, MANUFACTURA DE</b>		
Lavadores terciarios	1	1	Bañidores, molinos, selandras	300	200
Lavadores ácidos	300	200	Acabado, cortado, recorte y máquinas para hacer el papel	500	300
Equipo refrigeración	300	200	Cortado a mano, lado húmedo de la máquina de papel	700	400
Línea de inspección	1000	600	Corte máquina de papel, inspección y laboratorio	1000	600
Mantenimiento y ensayos de medidores (sobre control)	500	300	Envoltado	1500	900
Laboratorios	1000	600	<b>PIEL, MANUFACTURA DE (TENERIAS)</b>		
Pasteurizadores	300	200	Limpiado, curado y estirado, pailas	300	200
Separadores y cuartos refrigerados	300	200	Cortado, descarnado y secado	500	300
Tanques, tolvas	500	300	Acabado	1000	500
Yermoleros (para carnicería)	500	300	<b>PIEL, TRABAJO SOBRE</b>		
Cuarto para pasar (iluminación gris)	300	200	Planchado, tronzado y barnizado	2000	1000
Básculas	700	400	Clasificación, igualado, cortado y cosido	3000	1500
<b>LAMINA DE FIERRO Y ACERO, TRABAJOS EN</b>					
Prensas, guarniciones, troqueladores trabajo mecánico de banco	500	300	<b>PIEDRA, TRIFURADO Y CERNIDO DE</b>		
Punzadores y mecanizado	500	300	Transportadores de bandas, espacios de descarga del tiro, cuartos de tolvas, interior de los depósitos	100	60
Inspección estándar y galvanizado	2000	1000	Cuarto de quebradores primarios, quebradores auxiliares debajo de los depósitos	300	60
Trozado	2000	1000	Cerradores	300	100
			<b>PINTURAS, MANUFACTURA DE</b>		
			Iluminación general	300	200
			Comparación de las mezclas con las muestras o patrones	2000	1000
			<b>PINTURAS, TALLERES DE</b>		
			Pintura por inmersión o baño con pistola de aire, esmalte a fuego	500	600

	U.S. \$ 95%	S.M.I. 95%		U.S. \$ 95%	S.M.I. 95%
Polido pintura ordinaria a mano y decorada, acabado especial y con plantilla	500	300	TABACO, PRODUCTOS DE		
Acabado de pinturas a mano			Secado, desmondamiento (iluminación general)	300	200
abajo fino	1000	600	Clasificación y selección	2000	1100
trabajo extra-fino (carruajes, pianos)	3000	1700	TALLERES MECANICOS		
PLANTAS GENERADORAS			Trabajo buido de maquinaria y banco	500	300
Equipo de acondicionamiento de aire, precalentadores y piso de ventiladores, exclusión de cenizas	100	60	Trabajo mediano de maquinaria y banco, máquinas automáticas ordinarias, esmerilado buido, pulido mediano	600	600
Auxiliares, sala de acumuladores, bombas alimentadoras de calderas, tanques, compresores y área de manómetros	200	100	Trabajo fino de maquinaria y banco, máquinas automáticas finas, esmerilado mediano, pulido fino	2000	3000
Plataformas calderas	100	60	Trabajo extra fino de maquinaria y esmerilado fino	2000	6000
Plataformas quemador	200	100	TALLERES TEXTILES, ALGODON		
Cuarto de cables, nave de bombas o circuladores	100	60	Abradoras, mezcladoras, batientes	300	200
Transportador carbón, quebradores, alimentadores, básculas, pulverizador, área de ventiladores, torre de transporte	100	60	Cardas y estiradoras	300	300
Condensadores, piso de secadores, piso evaporador y piso calentadores	100	60	Fabiadoras, velores, tróviles y cañoneros	500	300
Cuartos de control			Enrolladores y Engomadores		
Superficie vertical en los tableros "Simplex" o sección del "Duplex" viendo hacia el operador:			Telas crudas	500	300
Tipo A—Cuarto de control largo, 170 cms, sobre el piso	500	300	Mez filles	1500	900
Tipo B—Control de cuarto ordinario, 170 cms, sobre el piso	300	200	Inspección		
Sección de "Duplex" viéndose desde cualquier ángulo	300	200	Telas crudas (volteadas a mano)	1000	600
Pupitre de distribución (nivel horizontal)	500	300	Arado automático	1500	900
Áreas dentro de los reteleros "Duplex"	100	60	Telares	1000	600
Parte posterior de cualquiera de los tableros (vertical)	100	60	Reposo y estado a mano	2000	1100
Alumbrado de emergencia en cualquier área	30	20	TALLERES TEXTILES LANA Y ESTAMBRE		
Tableros despachadores:			Abradoras, mezcladoras y batientes	300	200
Plano horizontal (nivel de la mesa)	500	300	Clasificación	1000	600
Superficie vertical del tablero (1.25 M. sobre el piso viendo hacia el operador):			Cardado, peinado y repinado	300	300
Cuarto despachador sistema de carga	500	300	Estirado:		
Cuarto despachador secundario	300	200	Hilo blanco	500	300
Área para tanques de hidrógeno y dióxido de carbono	200	100	Hilo de color	1000	600
Laboratorio químico	500	300	Tróviles:		
Precipitadores	100	60	Hilo blanco	500	300
Casa de rejillas	200	100	Hilo de color	1000	600
Plataforma, sopladores de hollín o escoria	100	60	Torzaes	500	300
Cabezales para vapor y válvulas	100	60	Devanado:		
Cuarto de interruptores de potencia	200	100	Hilo blanco	300	200
Cuarto para equipo telefónico	200	100	Hilo de color	500	300
Túneles o galerías para tubería	100	60	Urdidores:		
Substano (parte inferior turbina)	200	100	Hilo blanco	500	300
Cuarto de turbinas	300	200	Hilo blanco (en el peine)	1000	600
Área para tratamiento de agua	200	100	Hilo de color	1000	600
Plataforma para visitantes	200	100	Hilo de color (en el peine)	2000	1700
PULIDORAS Y BRUNIDORAS QUIMICA, INDUSTRIA			Tejido:		
Hornos manuales, tanques de hervido, secadores estacionarios, cristalizadores por gravedad y estacionarios	300	200	Telas blancas	1000	600
Hornos mecánicos, generadores y destiladores, secadores mecánicos, evaporadores, filtrado, cristalizadores mecánicos, decolorado	300	200	Telas de color	3000	1100
Tanques para cocción, extractores, coladores, nitridores, soldas electroliticas	300	200	Cuarto de telas crudas:		
SOBREROS, MANUFACTURA DE			Quitar nudos de la tela	1500	900
Teñido, tensado, galoneado, lavado y refinado	1000	600	Cosido	2000	1700
Formado, calibrado, realzado, terminado y planchado	2000	1100	Doblado	700	400
Cosido	5000	3000	Acabado húmedo	500	300
SOLDADURA			Teñido	1000	600
Iluminación general	500	300	Acabado en seco:		
Soldadura Manual de precisión con arco	10000	6000	Despluzado, acondicionamiento y planchado	700	600
			Cortado	1000	600
			Inspección	2000	1100
			Doblado	700	400
			TALLERES TEXTILES SEDA Y SINTETICOS.		
			Manufactura:		
			Pemojado, teñido fugaz y preparación de torcidos	300	200
			Debanado, torcido, redevanado y coneros, torcido de fantasía, engomado:		
			Hilo claro	500	300
			Hilo obscuro	2000	1100
			Urdidores (seda)		
			En espirala, finales de carrera, devanadora, lanzadera y plegadora	600	600
			Reposo en lios y en el peine	2000	1100
			Tejido	1000	600
			TAPICERIA DE AUTOMOVILES, MUEBLES, ETC.		
				100	600

	1953 72%	S.M.I.L. 95%
<b>TELA, PRODUCTOS DE</b>		
Inspección sala	2000a	10000a
Canado	3000a	2000a
Costura	500a	2000a
Planchado	3000a	2000a
<b>TIPOGRAFICAS, INDUSTRIAS</b>		
<b>Fundición de tipos:</b>		
Manufactura matrices, acabado de tipos	100a	600
Preparación de tipos, selección	500	300
Fundición	500	300
<b>Impresión:</b>		
Inspección de colores	2000a	1100a
Líneas y cajillas	1000	600
Preses	700	400
Mesa de formación	1500	900
Corrección de pruebas	1500	900
<b>Electrotipo:</b>		
Moldeado, aureado, acabado, nivelado, mallas y recortado	1000	600
Galvanoplastia	500	300
<b>Fotografía:</b>		
Grabado al ácido y montado	500	300
Aureado, acabado, pruebas, entintado	1000	600
<b>VIGRIO, FABRICAS DE</b>		
Cuarta de Hornos y mezcladoras, prensado, máquinas apladoras y templado	300	200
Esmaltado, cortado, plateado	500	300
Esmaltado fino, batido, pulido	1000	600
Inspección, grabado y decoración	2000a	1100a
<b>ZAPATOS DE HULE,</b>		
<b>MANUFACTURA DE</b>		
Lavado, recubrimiento, molinos de ingredientes	300	200
Barrizado, vulcanizado, calaneras, cortado parte superior y suelas	500	300
Recillos de suelas, procesos de hechura y acabado	1000	600
<b>ZAPATOS DE PIEL,</b>		
<b>MANUFACTURA DE</b>		
Cortado y costura:		
Tablas de cortado	3000a	1700a
Marcado, ojalado, adelgazado, selección, remendada y costadores	3000a	1700a
<b>Costido:</b>		
Materiales claros	500	300
Materiales oscuros	3000a	2000a
mezcla y acabado	2500	1100

2. OFICINAS, ESCUELAS Y EDIFICIOS PUBLICOS

<b>AUDITORES</b>		
Para exhibiciones	300	300
Para asambleas	150	100
Para actividades sociales	50	50
<b>BANCOS</b>		
Vestibulo (iluminación general)	500	300
Pagadores, contadores y recibidoras	1500	900
Gerencia y Correspondencia	1500	900
<b>BIBLIOTECAS</b>		
Sala de lectura	700	400
Anaqueles	300	200
Reparación de libros	300	300
Archiveros y catalogar	700	400
Mesa chequeadora de volúmenes y entregas de libros.	700	400
<b>CENTRAL DE BOMBEROS</b>		
(Véase Edificios Municipales)		
<b>CLUBES</b>		
Salas de descanso y de lectura	300	200
<b>CORREOS</b>		
Vestibulos, sobre mesas	300	300
Correspondencia, selección, etc.	1000	600
<b>CORTES DE JUSTICIA</b>		
(O TRIBUNALES)		
Areas de sientos (público)	300	200
Areas de actividades propias de la corte	700	400

	1953 99%	S.M.I.L. 95%
<b>EDIFICIOS MUNICIPALES,</b>		
<b>BOMBEROS Y POLICIA</b>		
Pellefes		
Archivos de identificación	1500	900
Celdas y cuartos para interrogatorios	300	200
<b>Bomberos:</b>		
Comunarios	200	100
Sala recreativa	300	200
Garaje carros bomba	300	200
<b>ESCUELAS</b>		
Salones de clase	700	400
Salones de dibujo (sobre retrador)	1000a	600a
Lectura de movimientos de labios (ordomudon), pizarrones, costura	1500a	900a
<b>GALERIAS DE ARTE</b>		
Iluminación general	300	200
Sobre pinturas (localizado)	300b	200b
Sobre estatuas y otras exhibiciones	1000c	600c
<b>IGLESIAS</b>		
Altar, retablos	1000e	600e
Coro (C) y presbiterio	300e	200e
Púlpito (iluminación adicional)	500e	300e
Nave principal de la Iglesia (iluminación general)	150e	100e
<b>Ventanales emplomados:</b>		
Color blanco	500	300
Color mediano	1000	600
Color oscuro	5000	3000
Ventanal muy denso	10000	6000
<b>MERCADOS</b>		
<b>Bodegas y Cuartos de Almacenamiento,</b>		
Activos	200	100
Inactivos	50	50
Carnicerías, Barbacoas, Pescaderías	500	300
Cocinas (Areas de trabajo)	500	300
Comedores	300	200
Cuartos de máquinas	300	200
Ferrerías y Accesorios eléctricos	500	300
Lavadoras para verduras y varios	500	300
Martillos, vestidos y zapaterías	500	300
Mueblerías y artículos para el hogar	500	300
Papelarias, libros y juguetes	500	300
Plataformas de descarga	200	100
Sanitarios y baños	100	100
Verduras, frutas, flores y plantas	500	300
<b>MUSEOS (Véase Galerías de Arte)</b>		

3. HOSPITALES

<b>OFICINAS</b>		
Proyectos y diseños	2500	1100
Contabilidad, auditoría, máquinas de contabilidad	1500	900
Trabajos ordinarios de oficina, selección de correspondencia, archivada activa o continua	1000	600
Archivado interminente o discontinuado	700	400
Sala de conferencias, entrevistas, salas de reposo, archivos de poco uso o según las áreas en las cuales no se exige la función de la vista en largas prolongadas	300	200
<b>PELUQUERIAS Y SALONES DE BELLEZA</b>	1000	600
<b>TEATROS Y CINES</b>		
Sala de espectáculos:		
Durante intermedios	50	50
Durante exhibición	1	1
Vestibulo	200	100
Sala de descanso (foyer)	50	30
<b>TERMINALES Y ESTACIONES</b>		
Salas de espera	300	200
Oficina de bañeros	1000	600
Oficina de chequear equipaje	500	300
Vestibulo	100	60
Anaqueles y Plataformas	200	100
<b>Sala de preparación y anestesia</b>	300	200
<b>Autopsia y Anátomo:</b>		
Mesa de autopsia	25000	14000
Sala de autopsia (iluminación general)	1000	600

	FE.S 99%	\$ M.I.L. 95%
Anfiteatro (iluminación genl.)	200	100
Central de instrumentos esterilizados		
Iluminación general	300	200
Afilado agujas	1500	900
Sala de Cistoscopia		
Iluminación general	1000	600
Mesa Cistoscópica	25000	14000
Sala dental:		
Cuarto de espera	300	200
Cirugía dental (iluminación genl.)	700	400
Silla dental	10000	6000
Laboratorio (banco de trabajo)	1000	600
Sala de recuperación	50	30
Sala de electroencefalogramas:		
Oficina	1000	600
Cuarto de trabajo	300	200
Sala de espera	300	200
Sala de emergencia:		
Iluminación general	1000	600
Iluminación focalizada	20000	9000
Sala de electrocardiogramas, de metabolismo y de muestras:		
Iluminación general	200	100
Mesa de muestras	500	300
Salas de reconocimiento y tratamiento:		
Iluminación general	500	300
Mesas de reconocimiento	1000	600
Sala para ojos, oídos, nariz y garganta:		
Cuarto oscuro	100	60
Cuarto de reconocimiento y tratamiento	500	300
Sala de Fracturas:		
Iluminación general	500	300
Mesa de fracturas	2000	1100
Laboratorio:		
Cuartos de ensayo	300	200
Mesas de trabajo	500	300
Trabajos más precisos	1000	600
Sifón	300	200
Mesas de reposo	300	200
Cuartos para archivar historias clínicas	1000	600
Sala de Rayos X:		
Radiografía y fluoroscopia	100	60
Terapia superficial y profunda	100	60
Cuarto oscuro	100	60
Sala para ver placas	300	200
Arquivos, revelado	300	200
Cajones de blancos	100	60
Guardería infantil:		
Iluminación general	100	60
Mesa de reconocimiento	200	100
Cuarto de juego, pediátrico	300	200
Obstetricia:		
Cuarto de limpieza (instrumentos)	300	200
Sala de preparación	200	100
Sala de partos (iluminación genl.)	1000	600
Mesa para partos	25000	14000
Farmacia:		
Iluminación general	300	200
Mesa de trabajo	1000	600
Almacén activo	300	200
Cuartos privados y salas comunes:		
Iluminación general	100	60
Iluminación localizada (lectura)	300	200
Área para desequilibrados mentales	100	60
Tratamiento con isótopos radioactivos:		
Laboratorio radioquímico	300	200
Mesa de reconocimiento	500	300
Cirugía:		
Cuarto de limpieza (instrumentos)	1000	600
Sala de operaciones, iluminación general	1000	600
Lavabo de cirujano	300	200
Mesa de operaciones	25000	14000
Sala de restablecimiento	300	200
Pia:		
sica	200	100
Ocupacional	300	200

4. HOTELES, RESTAURANTES, TIENDAS Y RESIDENCIAS

	FE.S 99%	\$ M.I.L. 95%
Salas de espera	300	200
Cuarto utilería	200	100
Puesto de enfermeras:		
Iluminación general	200	100
Escritorio	500	300
Mostrador para medicinas	1000	600
AUTOMOVILES, SALAS DE EXHIBICION (Véase tiendas)		
CASAS (Véase residencias)		
Alumbrado nocturno:		
Zonas comerciales principales:		
General	2000	1100
Atracciones principales	10000	6000
Zonas comerciales secundarias:		
General	2000	1100
Atracciones principales	10000	6000
COCINAS (Véase restaurantes o residencias)		
ESCAPARATES. (a)		
Alumbrado diurno:		
General	1000	600
Atracciones principales	5000	3000
GASOLINERAS.		
Área de servicio	300	200
Cuarto de ventas	500	300
Estantes	1000	600
HOTELES		
Recámaras:		
Iluminación general	100	60
Para lectura y escritura	300h	200h
Administración	500	300
Vestíbulo:		
Áreas de trabajo y lectura	300	200
Iluminación general	100	200
Marquesina	500	300
JOYERIA Y RELOJES, MANUFACTURA DE		
RESIDENCIAS		
Tareas visuales específicas (b):		
Juegos de mesa	300	200
Cocina (sobre fregadero u otra superficie de trabajo)	500	300
Lavadero, mesa de planchado	500	300
Cuarto de estudio (sobre escritorio)	700	400
Costura	1000	600
Iluminación general:		
Entradas, halls, escaleras y descanso de escaleras	100m	60m
Salas, comedores, recámaras, cuartos de estudio, biblioteca y cuartos de recreo o juego	100m	60m
Cocina, lavandería, cuarto de baño	300	200
RESTAURANTES Y CAFETERIAS		
Área de comedor:		
Cajera	500	300
Del tipo íntimo		
Con ambiente ligero	100	60
Con ambiente acogedor	30	30
Del tipo ordinario		
Con ambiente ligero	300	200
Con ambiente acogedor	150	100
Del tipo servicio rápido		
Cocina:		
Inspección, etiquetado y precio	700	400
Otras áreas	300	200
SALONES DE BAILES		
TIENDAS (c)		
Áreas de circulación		
Áreas de mercancías		
Con servicio de vendedores	1000	600
Autoservicio	2000	1100
Mostradores y vitrinas en muro		
Con servicio de vendedores	2000	1100
Autoservicio	3000	3000

	I.E.S. 19%	S.M.I.I. 95%
Atracciones principales		
Con servicio de vendedoras	5000	1000
Autoservicio	10000	6000
<b>5. AREAS COMUNES</b>		
<b>BODEGAS O CUARTOS DE ALMACENAMIENTO</b>	50	50
Inactivas	50	30
Activas:		
Piezas toscas	100	60
Piezas medianas	200	100
Piezas finas	500	300
ELEVADORES DE CARGA Y PASAJEROS	200	100
ESCALERAS	200	100
PASILLOS Y CORREDORES	200	100
BAÑOS Y TOCADORES		
Iluminación general	100	60
Especjo	300g	200g

Dado que en el curso de 10 años, los niveles de Iluminación recomendados por el I.E.S., para Alumbrado Exterior, Areas Deportivas y transportes, prácticamente no han variado habiendo demostrado durante ese lapso buenos resultados en su aplicación, la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación, A. C. —Illuminating Engineering Society— México Chapter, aprobó recomendar los mismos niveles de iluminación, remitiéndose presente que los lugares en que se aplican, son servicios públicos y en el caso de los espectáculos deportivos, son de pago y susceptibles de televisarse.

	I.E.S.	S.M.I.I.	LUXES
<b>6. ALUMBRADO EXTERIOR</b>			
<b>ALUMBRADO DE PROYECCION</b>			
Alrededores de áreas activas de embarque	50		
Alrededores de edificios	10		
Areas de almacenamiento activas	200		
Areas de almacenamiento inactivas	10		
Entradas:			
Activas (peatones y/o transportes)	50		
Inactivas (normalmente cerradas, no usadas con frecuencia)	10		
Límites de propiedad:			
Deslumbramiento por medio de la técnica de proyección (reflectores de dentro hacia afuera)	1.5		
Técnica de iluminación general	2		
Iluminación general áreas inactivas	2		
Plataformas de carga y descarga	200		
Ubicaciones y estructuras de importancia	50		
<b>ASTILLEROS</b>			
Iluminación general	50		
Caminos, sendas	100		
Areas de construcción	300		
<b>BANDERAS, ILLUMINACION CON PROYECTORES</b> (Véase Tableros para boletines y Carteles)			
<b>CALLES</b>	9		
<b>CAMINOS</b>	9		
<b>CANTERAS</b>	50		
<b>CARBON, PATIOS PARA (de proyección)</b>	2		
<b>CARRETERAS</b>	9		
<b>DRAGADO</b>	20		
<b>EDIFICIOS</b>			
Construcción general	100		
Trabajos de excavacion	20		
<b>ESTACIONAMIENTOS</b>	50		
<b>FACHADAS DE EDIFICIOS Y MONUMENTOS</b>			
Iluminación con proyectores:			
Alrededores brillantes:			
Superficies claras	150		
Superficies medio claras	200		
Superficies medio oscuras	300		
Superficies oscuras	500		
Alrededores oscuros:			
Superficies claras	50		
Superficies medio claras	100		
Superficies medio oscuras	150		
Superficies oscuras	200		

	I.E.S.	S.M.I.I.	LUXES
<b>FERROCARRIL, PATIOS DE</b>			
De recepción:			10
Clasificación			2 1/2
GASOLINERAS:			3
Alrededores brillantes:			
Acceso			30
Calzada para coches			50
Areas bombas de gasolina			100
Fachadas edificios (de vidrio)			300
Area de servicio			70
Alrededores oscuros:			
Acceso			15
Calzadas para coches			15
Area bombas de gasolina			200
Fachadas edificio (de vidrio)			1000
Area de Servicio			50
<b>JARDINES (p)</b>			
Iluminación general			5
Senderos, escalones, lejanos de la casa			10
Parte posterior de la casa, bardas, paredes, árboles, arbustos			20
Flores, jardines entre cocas			50
Arboles y arbustos, cuando se quieren hacer destacar			10
<b>MADERAS PARA CONSTRUCCION, PATIOS DE MUELLES</b>			200
<b>PATIOS DE ALMACENAMIENTO (Activos)</b>			200
<b>PLANTAS GENERADORAS</b>			
Pasarelas			20
Tiradero de ceniza			1
Descarga de carbon:			
Rampa (Zona de carga y descarga)			50
Area almacenamiento cenizas			5
Vaciador de carros			50
Volcador			10
Area de almacenamiento de carbon			1
Transportadores			20
Entradas:			
Edificio de servicio o generación:			
Principal			100
Secundaria			20
Casas de computas:			
Entrada de peatones			100
Entrada transportadores			50
Cerca o alambrada			2
Colectores de entrega del aceite combustible			50
Tanque de almacenamiento aceite			10
Patio descubierto			2
Plataformas Caldera, cubierta de turbina			30
Cumins:			
Entre o a lo largo de los edificios			10
Que no estén bordeados por edificios			5
Subestación:			
Iluminación general horizontal			20
Iluminación vertical especifica (sobre desconciadores)			20
<b>PLATAFORMA DE CARGA Y DESCARGA</b>			200
Interior de los furgones			100
<b>PRESIDIO, PATIOS DE</b>			50
<b>TABLEROS PARA BOLETINES, CARTELES O LE- TREROS</b>			
Alrededores brillantes:			
Superficies claras			500
Superficies oscuras			1000
Alrededores Oscuros:			
Superficies claras			200
Superficies oscuras			500

**7. ALUMBRADO AREAS DEPORTIVAS**

<b>ALBERCA</b>			
Iluminación general desde la planta alta			100*
Baja el agua:			
Exterior			1
Interior			1



LES.  
S.M.I.L.  
LUXES

LES.  
S.M.I.L.  
LUXES

<b>QUERÍA</b>		
Alanco		
Torneo		100r
Recreativo		50r
Línea de tiro		
Torneo		100
Recreativo		50
<b>BADMINTON</b>		
Torneo		300
Club		200
Recreativo		100
<b>BASEBALL</b>	Jardines	Cuadro
Ligas mayores	1000	1500
Ligas AA y AAA	500	750
Ligas A y B	300	500
Ligas C y D	200	300
Ligas semiprofesionales y regionales	150	200
Liga menor (Clase I y Clase II)	300	400
Sobre asientos durante juego		20
Sobre asientos antes y después jgo.		50
<b>BASKETBALL</b>	Jardines	Cuadro
Universitario y profesional		500
Dentro de Colegios y Secundarias, con espectadores		300
Sin espectadores		200
Recreativo (interior)		100
<b>BILIARES (sobre mesa)</b>		
Torneo		500
Recreativo		300
Área general		100
<b>BOLICHÉS</b>		
Mesas		
Torneo		200
Recreativo		100
Tos		
Torneo		500r
Recreativo		300r
<b>BOX O LUCHA (ring)</b>		
Campeonato		5000
Profesional		2000
Amateur		1000
En asientos durante el encuentro		20
En asientos antes y después del encuentro		50
<b>CARRERAS</b>		
Se motor (autos pequeños o motocicletas)		200
Bicicletas		200
Caballos		200
Perros		300
<b>CROQUET</b>		
Torneo		100
Recreativo		50
<b>FRONTENIS</b>		
Profesional		1000
Aficionados		750
Sobre asientos		50
<b>FRONTÓN O CESTA</b>		
Profesional		1500
Aficionados		1000
Sobre asientos		100
<b>FRONTÓN A MANO</b>		
Torneo		300
Club		200
Recreativo		100
<b>FOOTBALL SOCCER Y AMERICANO</b>		
Indiv. Distancia de la línea de banda a fila más alejada de espectadores		
Clase I más de 30 Mts		1000
Clase II entre 15 y 30 Mts		500
Clase III entre 9 y 15 Mts		300
Clase IV menos de 9 Mts		200

La distancia que hay entre los espectadores y el campo de juego, es la primera considerada para determinar la clase y cantidad de alumbrado requerido, sin embargo en espectáculos de pago y televisados, la capacidad potencial de asientos de las gradas, es el

factor determinante que debe tomarse en cuenta para lo cual se da la siguiente clasificación: Clase I para más de 30,000 espectadores; Clase II de 10,000 a 30,000 espectadores; Clase III de 5,000 a 10,000 espectadores y Clase IV para menos de 5,000 espectadores.		
<b>GINNASIOS</b> (Refiérase a deportes específicos enumerados en forma separada)		
Exhibiciones, encuentros	300	
Para recreación y ejercicio general	200	
Asambleas	100	
Baños	50	
Regaderas y vestidores	100	
<b>GOLF, CAMPOS DE PRACTICA</b>		
Iluminación general sobre los "tees"	100	
A 1 BS Mts	50r	
Práctica en los "greens"	100	
<b>HOCKEY SOBRE HIELO</b>		
Universitario o profesional	500	
Liga amateur	200	
Recreativo	100	
<b>PATINAJE</b>		
Pista para patines de ruedas	50	
Pistas para patinar sobre hielo (interior o exterior)	50	
Laguna, estanque o área inundada	10	
<b>PING-PONG</b>		
Torneo	500	
Club	300	
Recreativo	200	
<b>PLAYAS</b>		
En tierra	10	
A 50 Mts. de la orilla (en mar)	30r	
<b>PLAZA DE TOROS</b>		
En el ruedo	1000	
Pasillos, túneles, palcos, gradas	50	
<b>SHUFFLE BOARD</b>		
Torneo	100	
Recreativo	50	
<b>SNIES, RAMPA DE PRACTICA</b>		
SOFTBALL	Jardines	Cuadro
Profesional y de campeonato	300	500
Semi-profesional	200	300
Ligas Industriales	150	200
Recreativo	75	100
<b>TENIS</b>		
Torneo	300	
Club	200	
Recreativo	100	

**B. ALUMBRADO DE TRASPORTES**

<b>AEROPUERTOS</b>	
Plataforma frente hangares	10
Plataforma frente edificio de la terminal:	
Área de estacionamiento	5
Área de carga	20
<b>AUTOBUSES</b>	
Urbanos	300
Foráneos	150
<b>AUTOMOVILES</b>	
Sobre plazas	5
<b>AVIONES</b>	
Compartimientos pasajeros:	
Iluminación general	50
Lectura (en asientos)	200
<b>BARCOS</b>	
Camarotes	500
Literas, sobre plano de lectura	150
Espejo, sobre cara	500
Baños	50
Pasillos y corredores	50
Escaleras:	

	U.S. LUXES S.M.I.I.		U.S. S.M.I.I. LUXES
Pasajeros	100	Imprenta	300u
Tripulación	50	Sastrería	500u
Entrada pasajeros	100v	Oficinas postales	200u
Salas de descanso, pasajeros y oficiales	100x	Vestidores	30
Cuartos de esparcimiento tripulación	200	Central telefónica	100u
Sobre mesas	300	Cuarto para almacén	50
Comedor pasajeros	100w	Áreas de operación:	
Salón comedor, oficiales y tripulación	100	Cuarto máquinas (áreas de trabajo)	100u
Sobre mesas	150	Cuarto calderas (áreas de trabajo)	100u
Bibliotecas	100	Cuarto ventiladores	30
Para lectura	300	Cuartos grupos Motor-Generador	50
Salones fumadores	5x	Cuartos de generación y tablero de control	100
Cubiertas cerradas	100	Cuarto de manobras	50
Peluquería y salón de belleza	200	Tableros de control, iluminación vertical:	
Sobre la persona	500	Parre alta	300
Salones de Cocktail y Cantina	50w	A 90 cms. desde el piso	100
Salón de baile	50w	Cuarto del mecanismo del timón	50
Piscinas, playas interiores	100y	Cuarto de bombas	10
Tiendas	200u	Tablero de medición y control (iluminación vertical):	
Teatros:		Sobre medidores	300
Durante el espectáculo	1	Túnel del eje	30
Intermedio	50	Bodega seca para cargamento (Unidad de ilumina permanente)	100
Gimnasios	200	Carga y descarga de cargamento refrigerado	300
Hospital:		Talleres	200
Sala de operaciones	500u	Sobre trabajo	500
Sala dental	300u	Escritorio de la bodega:	
Dispensario	300u	Área sobre escotilla	50
Sala de encamatas	50v	Área adyacente a la cubierta	30
Oficina doctor	200u	CARROS DE F.F.C.C. PARA CORREO	
Sala de espera	100x	Bultos de correo y cajas para cartas	300
TIRO AL BLANCO		Almacenaje correo	150
Sobre el blanco	500r	CARROS DE F.F.C.C. PARA PASAJEROS	
Línea de tiro	100	Escritura y lectura:	
Área intermedia	50	General	200
Cabina de radio, vestibulo pasajeros	100x	Sobre escritorio	500
Mostrador para pasajeros oficina sobrecarga	200	Sección de baños:	
Áreas de navegación:		General:	150
Timonera (sobre puente de mando)	50	Espejo	300
Cuarto de mapas	100	Sanitario	50
Sobre mesa de mapas y cartas de navegación	500	Casita comedor	150
Cuarto del radar	50	Cantina	100
Cuarto de giroscopios	50	Áreas sociales	200
Cabina de radio	100u	Escalones y puertas	100
Oficina del barco	200	TRANVIAS Y TROLÉBUSES	300
Sobre escritorios y mesas de trabajo	500	TIRO AL PICHÓN	
Para teneduría de libros y auditoría	500	Bianco, a 50 Mts	300
Cuarto de registro (cuaderno bitácora)	100	Línea de tiro, general	100
Sobre escritorio	500	VOLLEYBALL	
Áreas de servicio:		Torneo	250
Gelera	200u	Recreativo	100
Lavandería	150v	WATER POLO	
Dispense	150u	Torneo	300
Fregaderos	150u	Club	200
Preparación comida	200u	Recreativo	100
Almacén comida (sin y con refrigerador)	20		
Carnicería	150u		

## NOTAS

- Se puede obtener con la combinación de alumbrado general y alumbrado suplementario especializado, manteniendo las relaciones de brillantez recomendadas. Estas tareas visuales generalmente hacen intervenir la discriminación de los detalles delicados por largos periodos de tiempo y bajo condiciones de contraste reducido. Para dar la iluminación requerida, es necesario usar una combinación del alumbrado general antes indicado mas el alumbrado suplementario especializado. El diseño e instalación de estos sistemas combinados no deberá únicamente proveer una cantidad suficiente de luz, sino que también deberá dar la dirección apropiada a la luz, difusión y además protección al ojo humano. Deberá también, tanto como sea posible, eliminar el deslumbramiento directo o reflejado como sombras desagradables.
- Las pinturas o cuadros con colores oscuros y con detalles delicados o finos, deberán tener una iluminación de 2 a 3 veces mayor.
- En algunos casos, una iluminación mayor de los 1000 Luxes, es necesario para hacer resaltar la belleza de las estatuas.
- La iluminación se puede reducir o disminuir durante el sermón, la introducción o la meditación.
- Si los acabados interiores son oscuros (menos de 10% de reflexión), la iluminación será de 2/3 partes del nivel recomendado para evitar altos contrastes en brillantez, como en el caso de las páginas de los libros de salmos o cantos y el medio semiobscura que lo rodea. Es esencial un diseño cuidadoso para evitar brillantes desagradables.

- f. Alumbrado especial, tal que (1) el área luminosa sea lo suficientemente grande para cubrir completamente la superficie que está siendo inspeccionada y (2) la brillantez deberá estar dentro de los límites necesarios para obtener condiciones de contrastes confortables. Esto implica el uso de fuentes luminosas de gran área y relativa baja brillantez en los casos en que la brillantez de la fuente luminosa se considere como un factor principal en y de los lúmenes producidos en un punto considerado.
- g. Para inspección minuciosa, 500 lúmenes.
- h. Los manuscritos a lápiz y la lectura de reproducción y copias pobres requieren 700 lúmenes.
- i. Para inspección minuciosa, 500 lúmenes. Esto se puede hacer en el cuarto de baño, pero si se tiene un tocador, es necesario un alumbrado localizado para obtener un nivel recomendado.
- j. La superficie especular del material puede hacer necesaria una recomendación especial en la selección y localización del equipo de alumbrado, o alguna determinada orientación del trabajo.
- k. O no menos de 1/5 del nivel de las áreas adyacentes.
- l. La brillantez de la tarea visual debe relacionarse con la brillantez que la rodea.
- m. La iluminación general de estas áreas no necesariamente tiene que ser muy uniforme.
- n. Incluyendo calles y establecimientos cercanos.
- o. (A) Los valores recomendados para iluminación sobre la mercancía o aparadores. El plano en el cual la luz sea más importante puede variar desde el horizontal al vertical. (B) Áreas específicas en las cuales se involucre una difícil visión, se puede iluminar con niveles de iluminación considerablemente más altos. (C) La selección del color de las lámparas fluorescentes es importante. Para una mejor apariencia de la mercancía se puede combinar los sistemas fluorescentes e incandescentes. (D) La iluminación puede hacerse muchas veces no uniforme para hacer resaltar la distribución de la mercancía.
- p. Estos valores están basados en un 25% de reflexión, ya que éste es el promedio de reflexión de la vegetación y superficies exteriores típicas. Estos valores se deben ajustar para las reflexiones de materiales específicos iluminados, para obtener una brillantez equivalente. Estos niveles dan una brillantez satisfactoria cuando son vistos desde interiores o terrazas en penumbra. Cuando son vistos desde áreas oscuras se pueden reducir cuando menos a la mitad o se pueden doblar cuando se desee un efecto más dramático.

Iluminación promedio recomendada (Lúmenes)

TRANSITO DE PEATONES

CLASIFICACION DE TRANSITO DE VEHICULOS POR HORA

	Muy escaso (Menos de 150)	Escaso (150 a 500)	Mediano (500 a 1200)	Intenso (mas de 1200)
Intenso	6	8	10	12
Mediano	4	6	8	10
Escaso	2	4	6	8

Estos valores están basados en condiciones de reflexión del pavimento muy favorables, del orden de 10%. Cuando la reflexión sea pobre (del orden de 3%, como en el asfalto) la iluminación recomendada deberá aumentarse 50%. Cuando la reflexión sea raramente alta (20% o más, como en el concreto claro) los valores recomendados pueden reducirse un 25%.

Los valores recomendados se supone que deberán mantenerse en servicio.

Si el mantenimiento es bajo, estos valores deberán aumentarse.

El valor más bajo en cualquier punto de la carretera no deberá ser menos de 1/10 de los valores indicados en la tabla para carreteras con tránsito de vehículos muy escaso y con tránsito de peatones escaso, y no menor de 1/4 de los valores anteriores indicados para todos los demás casos de carreteras.

- r. Vertical.
- s. 600 lúmenes por metro cuadrado de superficie.
- t. 1000 lúmenes por metro cuadrado de superficie.
- u. En este espacio se deberá usar alumbrado suplementario con objeto de poder obtener los niveles de iluminación recomendados que requiere cada tarea visual involucrada.
- v. La instalación deberá ser tal, que el nivel de la iluminación pueda ser aumentado por lo menos 400 lúmenes para embarques diurnos.
- w. En las áreas públicas, tales como salas de descanso, salones de baile, fumadores, cantinas y comedores, los valores de lúmenes pueden variar ampliamente, dependiendo de la atmósfera, deseada, los decorados interiores y el uso que se vaya a dar a cada uno de estos lugares.



TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO" (Continuación)  
 Números superiores: Ángulo entre la dirección de la luz y el eje vertical.  
 Números inferiores: LUX sobre el plano horizontal para la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección.

Ángulo en la fuente luminosa sobre la superficie, en grados	DISTANCIA HORIZONTAL AL EJE DE LA FUENTE LUMINOSA (m)													
	3.95	4.25	4.55	4.85	5.50	6.10	6.70	7.30	7.90	8.55	9.15	10.65	12.20	15.25
	LUX POR CADA 100 CANDILAS													
0.60	81	87	93	99	105	111	117	123	129	135	141	147	153	159
0.90	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	137	142
1.20	73	77	81	85	89	93	97	101	105	109	113	117	121	125
1.50	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96	99	102	105	108
1.80	65	68	71	74	76	79	81	84	86	88	91	93	95	97
2.10	61	63	65	67	69	71	73	75	76	78	80	81	83	84
2.45	57	58	60	61	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
2.75	53	54	55	56	57	58	59	60	60	61	62	62	63	63
3.05	49	50	51	51	52	52	53	53	54	54	54	55	55	55
3.35	45	45	46	46	46	47	47	47	48	48	48	48	49	49
3.65	41	41	41	42	42	42	42	43	43	43	43	43	44	44
3.95	37	37	37	37	37	38	38	38	38	38	38	38	39	39
4.25	33	33	33	33	33	33	33	34	34	34	34	34	34	34
4.55	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
4.90	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
5.20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
5.50	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
5.80	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
6.10	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

6-36

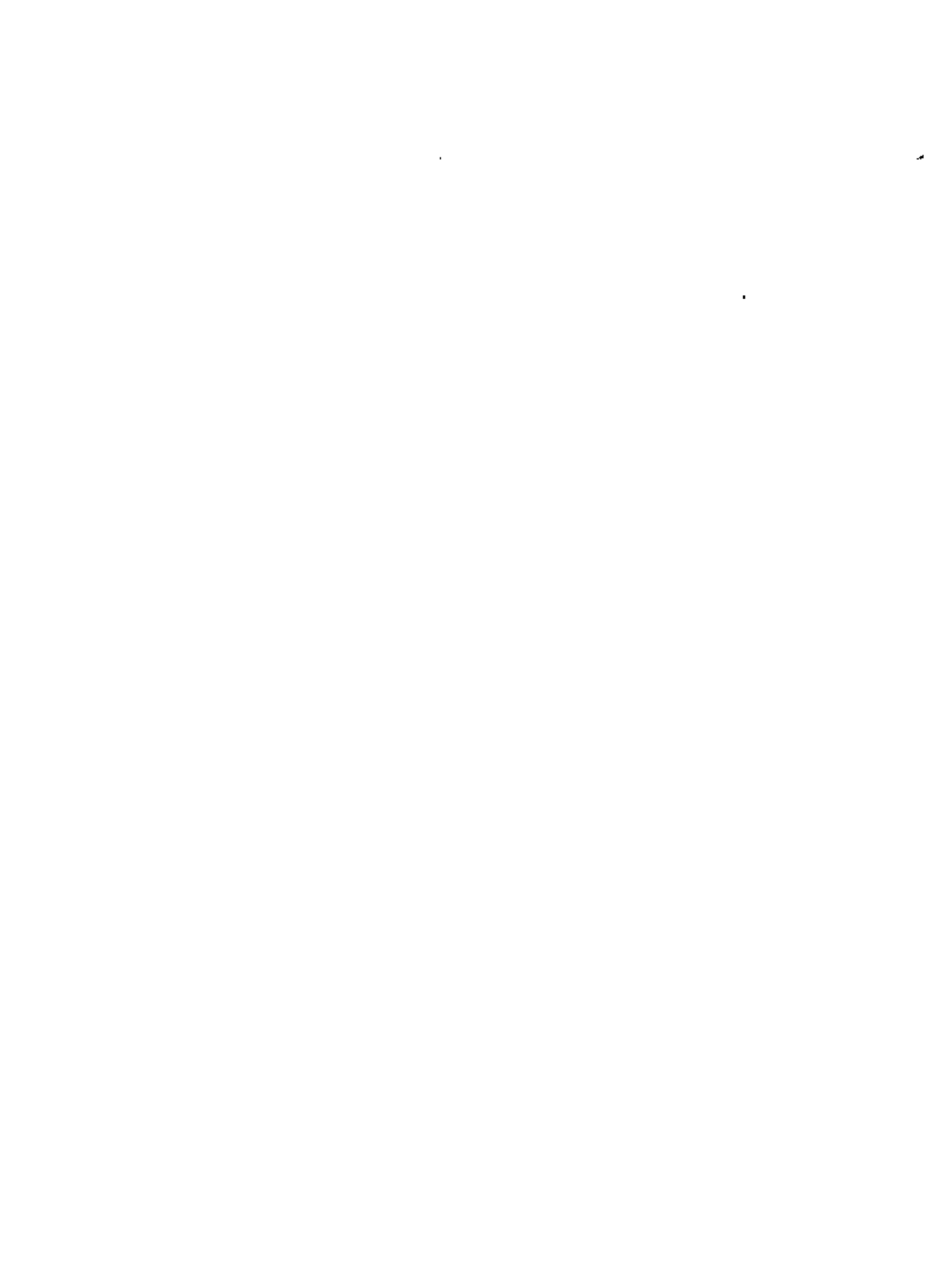
MANUAL DE ALUMBRADO WESTINGHOUSE

6.40	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
6.70	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
7.00	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
7.30	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
7.60	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
8.25	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9.15	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10.05	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
11.00	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
12.20	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
13.70	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15.25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
16.75	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
18.30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
21.35	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ángulo en la fuente luminosa sobre la superficie, en grados	LUX POR CADA 100 000 CANDILAS													
	24.40	30.50	38.10	45.70	53.35	60.95	69.60	79.30	90.00	101.70	114.40	128.10	142.80	158.50
24.40	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
30.50	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
38.10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
45.70	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
53.35	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
60.95	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

6-37

DISEÑO DE ALUMBRADO DE INTERIORES

El nivel luminoso sobre las superficies verticales—en puntos fuera del plano vertical que comprende la fuente luminosa—puede ser determinado usando el factor de multiplicación encontrado al utilizar la tabla el revés; la altura de la fuente luminosa se leerá sobre la escala de distancias horizontales, etc.





centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



## INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

### SISTEMAS DE PARARAYOS

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

OCTUBRE, 1980





## SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

### EL MECANISMO DE UNA DESCARGA

Una descarga atmosférica (rayo) está formada por electricidad estática que proviene de una gran concentración de carga originada normalmente por fenómenos meteorológicos. El fenómeno de la formación de estas grandes concentraciones es debido a la acumulación en el interior de una nube de partículas de agua en fase gaseosa que por diversas condiciones atmosféricas resultan cargadas electrostáticamente. Durante las tempestades, o en períodos de gran turbulencia atmosférica, grandes cantidades de carga estática se acumulan de esta manera en las nubes. La carga puede ser uniforme, pero generalmente presenta varias zonas de diferente concentración en una misma nube, en la gran mayoría de las nubes (90%) se acumulan en la parte inferior las cargas negativas, con un pequeño núcleo en él, que por el contrario se condensan cargas positivas. La zona central de la nube también está cargada negativamente, y la parte superior está cargada positivamente. (Lam. #2)

Las nubes que dan lugar más fácilmente a descargas eléctricas son los Cúmulo y los Cúmulo-Nimbus. Lo más frecuente es que la nube se extienda desde 500 a 1000 metros, hasta 3000 ó 4000 metros, con una base inferior casi plana con superficie de 5 a 30 Km. cuadrados.

Al ocurrir las condiciones de una tormenta, y cargarse la nube como hemos descrito anteriormente, ocurrirá por inducción una concentración de carga en la superficie de la tierra que está directamente abajo de dicha nube, esta concentración será del signo contrario a la que se tiene en la parte baja de la nube, o sea normalmente positiva. (Lam. #3). Su intensidad dependerá de la concentración en la nube. Conforme crecen las cargas eléctricas en la nube, crecerán en la tierra, y puesto que son de signo contrario se atraerán. Cuando el Gradiente expresado en Volts por centímetro cuadrado, excede la resistencia dieléctrica del espacio que separa la nube del suelo; una centella o Rayo "Piloto" se abre paso a través del aire, partiendo de la nube hacia la tierra. (Lam. #4). Su descenso

se hace por desplazamientos bruscos e irregulares, emitiendo ramales laterales y preparando el cauce del rayo incipiente con suspensiones en el avance de 10 a 12 microsegundos.

La velocidad de propagación durante estos impulsos es generalmente del orden de 10000 Km. por segundo, mientras que la velocidad efectiva de la propagación de la descarga, comprendiendo también los tiempos de suspensión, se mantiene en general en el orden de los 100 Km. por segundo, teniendo como máximo 300 Km. por segundo.

La mayoría de los rayos piloto son de polaridad negativa y su propagación hacia tierra es silenciosa y debilmente luminosa.

Cuando la extremidad del piloto o de algunos de sus ramales se acercan a tierra, se produce un intenso campo eléctrico que origina que de la tierra parta un segundo rayo piloto secundario al encuentro del original descendente. (Lam. #5). Este secundario es de polaridad positiva y establece contacto con el original, generalmente a una altura de 15 a 50 metros. (Lam. #6). El contacto entre los dos pilotos equivale a cerrar el circuito entre la tierra y la nube. En primer lugar una corriente de gran intensidad fluye de la tierra hacia la nube, para neutralizar la carga de ésta, acompañada de una gran emisión de Luz (Relámpago). Esta suele después moderarse, tornandose en una corriente de mayor duración que termina con el remanente de cargas en la nube.

Los valores de la corriente de descarga son excepcionalmente altos (centenares de miles de amperes), pero, la duración de estas corrientes es afortunadamente pequenísima, ya que en general, la corriente de descarga sube hasta su máximo en uno a diez microsegundos, para bajar a la mitad durante 10 a 100 microsegundos, siendo la duración total de varios miles de microsegundos. (Lam. #7).

Ocurre frecuentemente que las diversas concentraciones de carga de una misma nube utilizan un mismo cauce, produciéndose entonces descargas sucesivas. Estas pueden repetirse tan rápidamente que no es posible distinguir los destellos con la vista. Estos fenómenos llamados descargas sucesivas, pueden repetirse numerosas veces después de la descarga principal,

las estadísticas de las mediciones efectuadas muestran que más del 50% de los rayos tienen por lo menos dos descargas, habiendo algunos en los que se conocen hasta 42 descargas sucesivas.

La trayectoria que presenta la formación de una descarga atmosférica, demuestra por qué los lugares elevados son alcanzados por los rayos con más frecuencia, ya que de acuerdo con las leyes elementales de la física, es evidente que en los lugares elevados la concentración de carga es mayor que en los lugares bajos, (Lam. #8) de aquí que sea precisamente de los lugares altos de donde parta con mayor facilidad un piloto secundario al encuentro de la centella descendente y por lo tanto sean preferidos por las descargas.

## SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

### FACTORES QUE GOBIERNAN LA DECISION DE SU INSTALACION

La protección contra descargas atmosféricas constituye un tema de especial interés dentro de las instalaciones necesarias de una construcción.

Es del conocimiento de todos la capacidad destructiva que posee ésta manifestación de la electricidad atmosférica que conocemos con el nombre de Rayo. Sus aspectos externos han sido conocidos siempre por la humanidad, así como sus efectos directos e indirectos.

Las consecuencias de la descarga directa pueden ser graves: Daños a personas y cosas, incendio y destrucción, interrupciones en los servicios de Energía Eléctrica que pueden originar grandes peligros para la necesaria continuidad de estos servicios, así como un sinnúmero más de consecuencias que en un instante pueden reducir o aún hacer desaparecer patrimonios de gran valor.

De acuerdo con el código de NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, los factores que gobiernan la decisión de instalar un Sistema de Pararrayos son los siguientes:

- 1) Frecuencia de las tormentas en la zona.
- 2) Valor y Naturaleza del edificio y su contenido.
- 3) Riesgos a las personas que lo ocupan.
- 4) Exposición relativa.
- 5) Perdidas indirectas.

En relación con la frecuencia de Tormentas Eléctricas, es de comprenderse que es difícil hablar de datos y registros que nos provean de cifras absolutas, sin embargo, se consideran como reales valores que oscilan entre 25,000 y 40,000 descargas diarias sobre toda la superficie de la tierra. En algunos países existen estudios estadísticos que permiten conocer la cantidad de tormentas eléctricas que son de esperarse en una determinada zona. Por ejemplo, en los Estados Unidos de Norteamérica los valores oscilan en zonas de 3 por día, a zonas de 90 por día. Cabe recordar que este índice aumenta conforme la zona analizada es más cercana al ecuador. En relación con el valor que pueden representar las

Las pérdidas materiales originadas por rayos, recientemente (Julio 1972) la Sociedad Geográfica Nacional de Washington publicó los siguientes datos:

Se esperaban para la Unión Americana 17,000 a 20,000 construcciones dañadas por descargas en un año, y en total, una pérdida mínima de 10 millones de Dólares.

El Análisis de la condición del riesgo a las personas, nos conduce a una conclusión inmediata, ya que sabemos que cualquier construcción SIEMPRE ésta ocupada por una cantidad mínima de personas que nos intereserará proteger.

En relación con la exposición relativa, cabe considerar un razonamiento físico elemental: El hecho de que las cargas electrostáticas se concentren en los cuerpos de proporciones geométricas agudas, tales como rodillas, puntas, etc., hace que los rayos tengan preferencia por incidir en las alturas más notables, así el Edificio Empire State, por Ejemplo, situado en una zona de no gran frecuencia de tormentas eléctricas, recibe entre 25 y 50 descargas atmosféricas en un año, (SGNW y H.MT). H. M. Towne de General Electric Co., nos proporciona datos de la variación de la probabilidad de incidencia con relación a la altura, con los cuales puede construirse una gráfica que nos indica ésta variación. (Lam. #1)

Cabe recordar que en la actualidad la construcción vertical es cada vez más frecuente y en nuestro país no es raro el caso de que el edificio que analicemos sea el más alto de una población, y que podemos concluir, dentro de la lógica, que en nuestro caso el análisis de las condiciones anteriores nos obliga a la decisión de instalar un Sistema de Protección contra descargas atmosféricas.

La consideración de las pérdidas indirectas que una descarga eléctrica puede ocasionar es un factor cuya influencia en la decisión también es importante. El Análisis de el costo que puede representar una suspensión de los servicios prestados por la construcción estudiada, o de la producción pérdida, hace obvia la decisión.

SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

ANALISIS DE LOS SISTEMAS

El principio fundamental de operación de un sistema de protección contra descargas atmosféricas es proporcionar el medio para que una descarga pueda incidir con seguridad sobre una construcción y sea conducida en forma inofensiva hasta tierra, de manera que no origine daños durante su recorrido.

Las instalaciones de protección contra descargas atmosféricas difícilmente son "Activas", es decir que originen una protección para que no incida un rayo sobre una estructura, sin embargo, dado que la concentración de cargas que se logra en un pararrayos tiene un efecto ionizador de la atmosfera, esta ionización origina un efecto dispersor de la carga, lo que disminuye el campo eléctrico.

Es pues de más importancia la protección "Pasiva", que se logra mediante la adopción de medios que reduzcan a límites no peligrosos las consecuencias de una descarga.

La protección contra descargas atmosféricas de una estructura no se logra contra lo que normalmente se cree con la instalación de una varilla y una conexión a tierra (Pararrayos de Franklin), ya que la acción de este dispositivo tiene una acción limitada; la "Zona" de protección que proporciona una barra de este tipo, aún desde los primeros intentos de Benjamin Franklin en 1760, no se puede considerar como un absoluto; en 1767, Franklin escribía que esta zona es función de la cantidad de carga (variable en cada caso), la forma de la estructura protegida y las condiciones atmosféricas (variable en cada caso). Posteriormente Oliver Lodge (1892) y Randerson (1879) afirman que no se puede justificar una determinada zona de protección para una barra, y finalmente F.W. Peek en 1929, mediante experimentos con modelos, concluye que esta zona depende de la altura de la concentración de carga, que en este caso queda representada por la

altura de la nube. Originalmente (1932) el código de U.S.A. estableció, basandose en las ideas de Peek, y tomando como promedio una altura de 1000 pies, un radio variable de 2 a 4. En 1945 esta cifra fué corregida a la unidad, con la consideración de que esta distancia puede ser reducida en cantidades no especificadas si alguna parte no protegida de la construcción tiene alguna forma, o alguna posición, capaz de iniciar un piloto secundario.

En vista de esto, la técnica moderna de protección ha descartado el uso de la barra Franklin y establece la colocación de conductores y puntas en los sitios en los que pueden iniciarse pilotos secundarios, tales como esquinas y aristas de las azoteas, (Lam. #9), es necesario pues, no hablar de un "Pararrayos", sino de la instalación de un sistema de pararrayos convenientemente estudiado para proporcionar protección a cada estructura en particular.

Un SISTEMA de pararrayos, está integrado por 3 elementos fundamentales: (Lam. #12)

- 1) Un elemento RECEPTOR de la descarga que lo constituyen las puntas de protección y los cables colocados estratégicamente en las partes de la estructura que pueden recibir una descarga. ("A", Lam. #10)
  - 2) CIRCUITO A TIERRA, formado por los conductores que tienen como misión transportar a tierra la corriente de la descarga, según un recorrido perfectamente determinado y de baja resistencia eléctrica, pasando normalmente por la parte exterior del edificio. La realización práctica de estos elementos debe de efectuarse teniendo en cuenta que por ser la corriente del rayo a impulsos, adquiere una importancia notable la Reactancia del circuito, cuya influencia puede originar grandes caidas de tensión en el circuito. ("B", Lam. #10)
  - 3) ELECTRODOS de tierra, llamados también dispensores de tierra, los que proveen de un contacto íntimo del sistema con el terreno, facilitando la dispersión de la corriente en el terreno propiamente dicho. ("C", Lam. #10)
- Existen en la actualidad diversos procedimientos para el cálculo y diseño de estos dispositivos, así como procedimientos de medición directa de la resistencia lograda. Se han desarrollado también algunos productos químicos que pueden usarse como aditivos en los electrodos y de esta manera lograr abatir la resistencia a tierra.

De acuerdo a la diferente organización de los elementos anteriores se conocen actualmente los siguientes tipos de pararrayos:-

Pararrayos de Franklin - Descubierta por Benjamin Franklin alrededor de 1750 consta de una punta y una conexión a tierra, su interés actualmente es solo histórico, ya que se han comprobado las limitaciones de superficie protegida que provee, otro defecto estriba en el hecho de que cada vez que es alcanzado directamente por un rayo, la descarga se recibe en un solo lugar, lo cual origina que la punta de la barra falle debido a la intensa corriente que transporta.

Jaula de Faraday - La jaula de Faraday se basa en el experimento del físico del mismo nombre, según el cual disponiendo una envoltura metálica cerrada y conectada a tierra, cualquier fenómeno eléctrico, por intenso que sea, no causa ningún efecto en el interior de la envoltura, o sea que la envoltura mencionada sirve como "Pantalla" o "blindaje" del interior. Actualmente este tipo de sistema se construye a base de una red o malla de conductores que se coloca en la parte superior de la estructura que se protege, con suficientes conexiones a tierra para lograr en dicha malla una distribución uniforme del potencial de la tierra. La protección de las superficie intermedias entre los cables que forman la red, se logra mediante pequeñas puntas ionizadoras de la atmósfera que originan concentraciones de carga en ellas, las que en condiciones de tormenta, proveen múltiples "Pilotos Secundarios", lo que además proporciona muchas vías de entrada a la descarga principal cada una de ellas con una intensidad de corriente menor.

Este sistema es el que ha tenido hasta la fecha un desarrollo mayor, ya que desde 1904 se dispone de reglamentaciones oficiales de institutos y organismos especializados, los cuales recopilan normas de diseño experimentadas ampliamente y revisadas periódicamente, lo cual proporciona una garantía efectiva de su funcionamiento. Cabe agregar que este tipo de sistema está establecido como norma por instituciones como el IEEE (Instituto de Ingenieros Electricistas y en Electronica de los E.U.A.), Underwriters Laboratories Inc, NFPA (National Fire Protection Association) y es norma de la ASA (American Standard Association) de los E.U.A.



Pararrayos Radioactivos - Recientemente se ha desarrollado este tipo de pararrayos que no es más que un pararrayos Franklin al cual se le proporciona mayor alcance mediante el uso de un ionizador artificial, el cual en este caso lo forma un dispositivo que aloja un material radioactivo, cuya acción provee la ionización adicional. Su uso no está reglamentado en nuestro país.

Conclusion:

La instalación de un sistema de pararrayos es una labor delicada tanto en proyecto como en instalación, y es recomendable que estos trabajos sean desarrollados por expertos con conocimientos de la reglamentación existente. En este punto desgraciadamente en nuestro país no contamos aún con una reglamentación específica, aunque se espera que en la próxima edición del Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas, se trate este problema. Existe una interesante fuente de información en las disposiciones de la norma UL96A de Underwriters Laboratories, Inc., y en el Lightning Protection Code de National Fire Protection Association (NFPA N°78).

## SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

### CRITERIOS DE DISEÑO

De la información que nos proporcionan las normas (N.F.P.A. y U.L.), pueden concluirse los siguientes criterios sobre los más importantes factores a decidir en el desarrollo del proyecto de un Sistema de Protección, así como en sus especificaciones. Estos factores son:

- 1) Ubicación de las Puntas
- 2) Trayectoria de Conductores
- 3) Conexiones a Tierra
- 4) Conexiones Adicionales
- 5) Sistemas de Instalación
- 6) Especificación de Materiales

#### 1) UBICACION DE LAS PUNTAS

1.1) Posición: En los sitios en los cuales se forman concentraciones de carga en una tormenta eléctrica, los cuales son función de la forma o tipo de techos.

1.2) Tipos de Techos:

1.2-1) Plano

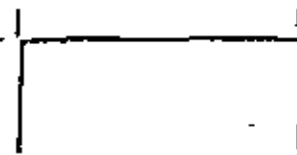
1.2-2) Inclinado

1.2-3) Pendiente Ligera: Con pendiente igual o menor a  $1/8$  en claro igual o menor de 12 Mts., o con pendiente igual o menor a  $1/4$  en claro mayor a 12 Mts.

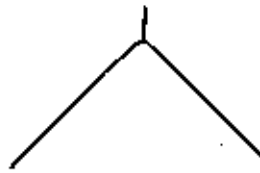
1.3) Colocación de las Puntas:

1.3-1) En función de la forma del techo,

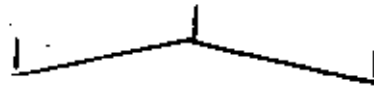
a) Techos Planos:



b) Techos Inclínados:



c) Techos con Pendiente Ligera:



1.3-2) Espaciamento:

a) Del límite del contorno protegido = 0.60 Mts.

b) Entre puntas:

b-1) En contornos:

6 Mts. puntas de 25 cms. a 60 cms.

7.62 Mts. puntas de más de 60 cms.

b-2) En superficie planas:

15 Mts. máximo.

1.4 Altura de las Puntas:

1.4-1) La parte más alta de una punta debe tener una altura POR LO MENOS 25 cms. mayor que el contorno que protege, con un máximo de 91 cms. (U.L.)

1.4-2) Alturas normales de las puntas:

mínima: 25 cms.

máxima (U.L.): La que resulte al extenderse a lo más 91 cms. por encima del contorno protegido (tripie obligatorio en puntas de más de 60 cms.)

2) TRAYECTORIA DE CONDUCTORES

2.1) Conductores Horizontales:

- 2.1-1) Deben interconectar las puntas formando una red cerrada,
- 2.1-2) Cada punta deberá tener por lo menos 2 trayectorias a tierra en donde no existan curvas ascendentes,
- 2.1-3) Los cambios de dirección no deben tener radio menor de 20 cms, EVITARLOS
- 2.1-4) En azoteas planas se formarán redes de máximo 15 x 45 cms, para conectar las puntas en ellas,
- 2.1-5) Se deberán fijar firmemente cada 91 cms.  
(Long. máxima en aire 1,80 Mts.)

2.2) Conductores Verticales:

- 2.2-1) Deben conectar la red horizontal a tierra,
- 2.2-2) Posición: Depende de:
  - a) Ubicación de tierras
  - b) Trayectorias más directas
  - c) Ubicación de cuerpos metálicos
- 2.2-3) Cantidad:
  - a) Mínimo 2 hasta perímetros de 76,2 Mts,
  - b) Si el perímetro excede de 76,2 Mts, se aumentará 1 por cada 30 Mts. o fracción,
- 2.2-4) Localización:
  - a) Se deberá lograr una distribución uniforme del Potencial de Tierra a lo largo del perímetro,
  - b) Diagonalmente opuestas si son 2,

- c) 30 Mts. de espaciamento promedio más de 2.
- d) La condición 2.1-2 obliga la posición de bajadas en cambios de nivel.

3) CONEXIONES A TIERRA

3.1) Ubicación: Donde se logre una dispersión fácil de la descarga en el terreno. Preferible: fuera de cimentaciones.

3.2) Medios de Conexión a Tierra. Electrodo Formados Por:

- a) Varillas (3 Mts. mínimo).
- b) Rehiletos (1.5 - 2 Mts. Profundidad).
- c) Cable enterrado: mínimo: 3.6 Mts. longitud a 0.3 0.6 Mts. de profundidad.

3.3) Valor de la Resistencia: Es función del tipo de terreno y del tipo de conexión usada.

3.4) Pruebas:

- a) Debe medirse la resistencia del electrodo desconectado del Sistema, por lo que deben instalarse desconectores adecuados.
- b) Deben probarse al instalarse, y una vez al año.
- c) Valor suficiente de la resistencia: 50 Ohms.

4) CONEXIONES ADICIONALES

4.1) Para cuerpos metálicos que puedan recibir una descarga (Chimeneas, Respiraderos, Ductos, etc.)

4.2) Para cuerpos metálicos, en los que debido a su cercanía con el Sistema (máximo 1,80 Mts.) en ellos pueda INDUCIRSE una carga que origine una descarga lateral.

4.3) Tierra Común: De Sistemas que estén conectados a tierra (Eléctrico, Telefónico, Agua, Gas, etc.).

5) SISTEMAS DE INSTALACION

- 5.1) Aparente (preferible)
- 5.2) Oculto (en ductos NO metálicos)
- 5.3) Usando estructura metálica (siempre y cuando de la misma sea posible garantizar su conductividad presente y futura).

6) ESPECIFICACION DE MATERIALES

- 6.1) General: Deben ser diseñados y fabricados especialmente para Sistemas de Pararrayos dentro de las normas.
- 6.2) Tipos de Conductores:
  - a) Clase I, para edificios de 22.86 Mts. de altura máxima (ANPASA Cat. 32-S).
  - b) Clase II, para edificios de más de 22.86 Mts. de altura (ANPASA Cat. 40).

SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

INSTALACION DEL SISTEMA

Para el desarrollo de la correcta instalaci3n de un sistema, la observaci3n primordial, es el respeto absoluto a un buen proyecto que haya sido desarrollado dentro de las normas. Respeto a la correcta ubicaci3n de los elementos, y a la estricta especificaci3n de los materiales.

A fin de facilitar la correcta interpretaci3n de un proyecto, es de inter3s el an3lisis de las siguientes observaciones generales relativas a los eventos principales a desarrollarse en una instalaci3n de este tipo, que son:

- I - LOCALIZACION DE LA POSICION DE PUNTAS
- II - FIJACION DE LAS BASES PARA PUNTAS
- III - DETERMINACION DEL RECORRIDO DE CONDUCTORES
- VI - FIJACION DE CONDUCTORES
- V - CONEXIONES
- VI - DETERMINACION DE LA POSICION DE LOS ELECTRODOS DE TIERRA
- VII - INSTALACION DE LOS ELECTRODOS
- VIII- CONEXIONES ADICIONALES
- IX - PRUEBAS

I.- LOCALIZACION DE LA POSICION DE PUNTAS

Tomar en cuenta que:

- 1). La parte m3s alta de las puntas debe quedar por lo menos 25 cms. m3s alta que el contorno protegido.
- 2). La separaci3n m3xima de la orilla del contorno protegido es 60 cms.
- 3). Los espaciamientos m3ximos entre puntas 7,6m para puntas de 60 cms. de altura 6 mayores, y 6m para puntas m3s bajas).

II.- FIJACION DE LAS BASES

Usar algun elemento rigido adecuado al ambiente en que se instale, P.C. taquete de plastico con tornillo de latón.

III.- DETERMINACION DEL RECORRIDO DE CONDUCTORES

HORIZONTALES: Tomar en cuenta:

- 1). De cada punta deberán existir 2 trayectorias a tierra sin curvas ascendentes.
- 2). Los cambios de dirección no deben tener radio menor de 20 cms.

VERTICALES: Tomar en cuenta:

- 1). Deben ser lo más directo posibles.
- 2). No deben tener curvas inversas.
- 3). Procurar, de ser posible, alejarlos de ventanas metálicas. En caso contrario, deberán interconectarse estas.
- 4). Si se requiere cambiar la ubicación proyectada, procurar que el espaciamiento entre bajadas continúe siendo uniforme, por lo tanto debe concluirse que NO ES POSIBLE suprimir bajadas.
- 5). En la parte inferior de un cable vertical aparente (3m.) deberá instalarse una guarda de protección que proteja al conductor de daño mecánico. Se sugieren - Tuberías NO metálicas.

IV.- FIJACION DE CONDUCTORES

- 1). Antes de sujetarse el cable deberá ser tensado para garantizar trayectorias lo más rectas posible.



- 2). El espaciamiento máximo entre puntos de sujeción (abrazaderas) será 90 cms.
- 3). Para fijar las abrazaderas se usarán elementos apropiados al medio ambiente en que se instale.

V.- CONEXIONES

- 1). Las conexiones deberán ser las mínimas necesarias y de la máxima rigidez mecánica, tanto inicial como futura.
- 2). Siempre se deberán usar conectores mecánicos especiales para este uso.
- 3). Las conexiones soldadas deberán evitarse.

VI.- DETERMINACION DE LA POSICION DE LOS ELECTRODOS DE TIERRA

- 1). Cercanos a los conductores de bajada tierra.
- 2). Preferentemente fuera de cimentaciones.
- 3). Separados por lo menos 50 cms. de la construccion.
- 4). Preferible donde el terreno sea lo más humedo posible ó este en el máximo contacto con humedad.

VII.- INSTALACION DE LOS ELECTRODOS

Varillas ó Bayonetas:

- 1). Deben clavarse totalmente (3m.) y asegurarse que el terreno es bueno, o sea que a través de la superficie de la varilla se establezca un buen contacto con el terreno, por lo tanto, deberá evitarse el hacer una excavación para colocar en ella la varilla.
- 2). La conexión entre el cable y la varilla se hará con un conector especial para este fin, que garantice la superficie de contacto adecuada.

- 3). Preferentemente, pero no indispensable se construirá un registro para tener acceso al conector anterior, el que estará en el extremo superior de la varilla a 30 cms. de profundidad.

Rehiletos.-

- 1). Se usarán en terrenos donde no sea posible clavar la varilla en excavaciones especiales para ellos, de la máxima profundidad posible.
- 2). El rehilete se colocará en el fondo de la excavación en una mezcla de cisco de carbón y sal en proporción de 5 a 1.
- 3). Es muy importante que la excavación sea tapada con tierra de las mejores condiciones de conductividad, al máximo grado de COMPACTACION que sea posible.

Desconectores de Tierras:-

- 1). Cada electrodo de tierra deberá proveerse de un medio que permita su desconexión del sistema para poder llevar a cabo lecturas del valor de su resistencia a tierra.
- 2). Normalmente es recomendable la instalación del desconector en el extremo inferior de cada conductor de bajada, pero debe tenerse en cuenta que es importante que entre el mismo y el electrodo no debe haber ninguna conexión.

VIII.- CONEXIONES ADICIONALES

Deberán conectarse al Sistema:

- 1). Cuerpos metálicos colocados en azoteas, que tengan altura superior a las puntas y que por lo tanto pueden recibir una descarga directa.

- 2). Cuerpos metálicos localizados a menos de 1.80m en los cuales, al circular una descarga por el sistema, pueden presentarse cargas INDUCIDAS que originen una descarga lateral.
- 3). Es conveniente interconectar también todos los elementos o sistemas que se encuentren conectados a tierra, tales como los neutros de la red eléctrica, tuberías de agua, gas, teléfonos, etc.
- 4). Para las conexiones anteriores, siempre deberán utilizarse elementos especiales para este uso.

IX.- PRUEBAS

Para considerar satisfactoria una instalación, deberá esta tener:

- 1). Continuidad total en sus circuitos, que puede comprobarse haciendo pasar una corriente a través de ellos.
- 2). Resistencia a tierra adecuada en sus electrodos. Se consideran satisfactorios valores medidos de hasta 50 ohms para cada electrodo independiente.
- 3). Rigidez mecánica en sus elementos de soporte.

SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

MANTENIMIENTO

Un Sistema de Pararrayos esta constituido por un conjunto de elementos normalmente estáticos, como tal, la condición primordial de mantenimiento constituye la permanencia de las condiciones iniciales de cada uno de estos elementos, así pues deberá confirmarse periódicamente (mínimo una vez al año):

- 1) Que el Sistema sigue siendo adecuado para el edificio, o sea, si las azoteas han sufrido modificaciones, el sistema deberá modificarse dentro de las normas, para incluir en su protección las zonas nuevas o las nuevas condiciones.
- 2) Que todos los elementos metálicos que están sobre las azoteas, y que requieren interconexión con el sistema, están conectados al misma.
- 3) Que existe continuidad eléctrica en todos los circuitos del sistema.
- 4) Que la resistencia a tierra de sus electrodos sigue siendo adecuada.
- 5) Que todos los elementos del sistema están fijos en su sitio original en condiciones de resistencia mecánica aceptable.



centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

INSTALACIONES ESPECIALES

ING. PABLO ZAPIAIN LECHUGA

OCTUBRE, 1980



CENTRO DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
U. N. A. M.  

---

CORTINAS.

Definición: Cortina es la estructura construída en el cauce de un río, que interrumpiendo el escurrimiento, provoca un almacenamiento del agua o un incremento en su tirante.

Hay varias clasificaciones para las cortinas, que dan lugar a diferentes tipos.

Se darán algunas de ellas :

- I. Por su función.
  1. Vertedoras  
    . vertedoras.
- II. Por su comportamiento estructural.
  1. Ríjidas
  2. Flexibles
- III. Por su altura.
  1. Baja;  $H < 30 \text{ m}$
  2. Media;  $30 \text{ m} < H < 100 \text{ m}$
  3. Alta;  $H > 100 \text{ m}$
- IV. Por los materiales que las constituyen.
  1. Concreto o mampostería
  2. Tierra (arcilla)
  3. Enrocamiento con pantalla
  4. Mixtas

El punto IV dá lugar a una segunda clasificación :

Concreto o	{	- Gravedad
		- Arco
Mampostería		- Contrafuertes o machones





Tierra (arcilla) y enrocamiento	{ Homogénea Materiales graduados
Homogénea	{ Tierra Enrocamiento

### FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA DETERMINACION DEL TIPO ADECUADO DE CORTINA EN UN PROYECTO.

Para un proyecto específico de presa, existen varios factores que determinan el tipo de cortina que se elija.

Como en todos los proyectos de obras hidráulicas, para encontrar el tipo adecuado de cortina, es necesario hacer una serie de estudios en base a los cuales, se empezará por hacer algunos anteproyectos que involucrarán dos o más tipos.

Los factores principales son :

1. Topografía de la boquilla (forma)
2. Geología de la boquilla (cimentación y atraques)
3. Materiales disponibles (calidad y cantidad)
4. Dimensiones de la Obra de Excedencias
5. Sismicidad del lugar
6. Cima del lugar
7. Aspectos viales
8. Factibilidad Técnica, Económica, Social y Financiera.

Los tres primeros puntos, se refieren a condiciones del sitio en que se va a construir la cortina.

#### 1. Topografía.

Se debe contar con planos topográficos tanto del vaso como de la boquilla, con suficiente detalle, con coordenadas y una localización donde se indiquen las vías de comunicación que servirán de acceso al sitio.

Del análisis de la topografía de la boquilla y de visitas al sitio, se puede ya pensar en uno o algunos tipos de cortina; se verá si la boquilla es cerrada o abierta y sobre

el plano, se localizará el eje de la misma.

## 2. Geología.

Se deberá contar con un estudio geológico tanto del vaso como de la boquilla.

De la geología se deduce si el terreno es capaz de soportar las cargas que transmitirá un tipo determinado de cortina, tanto en el desplante, como en los empotramientos.

La geología del sitio es determinante para la elección de un tipo de cortina, ya que desde un principio, se puede ver si es recomendable una cortina rígida o elástica.

Con los estudios geológicos se puede determinar la profundidad de desplante y el tratamiento que habrá que darle a la cimentación.

### La cimentación.

En el diseño de cortinas, es de primerísima importancia la condición de la cimentación, ya que a la vez que se busca darle una seguridad en su estabilidad, hay que lograr una impermeabilidad.

Lo anterior se presenta ya que al cimentar las cortinas, se abarcan grandes masas de rocas, que en general estarán formadas por diferentes clases de rocas y entre unas y otras habrá juntas, además de que presentarán intemperismo, fracturas y en general fallas geológicas que habrá que mejorar mediante técnicas de tratamiento a base de inyectado.

Para elaborar un programa de tratamiento, hay que contar con estudios e investigaciones tanto de campo como de laboratorio, elaborados por especialistas.

Los resultados de los estudios que interesan al proyectis-  
ta son,:

- Perfiles estratigráficos
- Coefficientes de permeabilidad
- Esfuerzos permisibles
- Características de elasticidad
- Espesores de acarreo

### 3. Materiales Disponibles.

Los materiales de construcción de la cortina, es también un factor determinante del tipo, ya que deberá contarse en el sitio, con la cantidad suficiente de ellos y con la calidad adecuada, a un costo razonable.

Si en los estudios previos, se ve la posibilidad de cons - truir una cortina de materiales graduados, se recomendará que se localicen y estudien los bancos de materiales neces - sarios, con una potencia que tome en cuenta, abundamiento y desperdicios.

Se deberán conocer las distancias de acarreo de cada uno de ellos y el tratamiento que habrá que darle para su utilización en la cortina.

Si se va a proponer una cortina de concreto, porque las condiciones así lo demuestran, se deberán conocer los bancos de agregados, con su potencia, granulometría, trata - miento y distancia de acarreo.

También se deberá conocer la fábrica de donde se obtendrá el cemento, distancia de acarreo hasta el sitio más cerca - no a la obra, volumen necesario, etc.

Cuando para el mismo sitio, sean factibles técnicamente, una cortina de materiales graduados y una de concreto, se hará un estudio económico y en última instancia será éste el que determine el tipo más conveniente.

### 4. Dimensiones de la Obra de Excedencias.

Las dimensiones de la obra de excedencias puede influir en el tipo de cortina, ya que de acuerdo con la planeación general de las partes que forman la presa, la obra de exce - dencias se puede localizar en algún puerto del vaso, cerca no a la cortina o integrada a ella, si la cortina es de concreto, siempre y cuando esto sea posible por su tamaño.

5. Sismicidad del lugar.

Aun cuando en el diseño de las cortinas, se toma en cuenta este aspecto, involucrando en el cálculo un coeficiente recomendado para la zona, habrá que estudiar el uso de algunos materiales, y evitar poner en peligro la estabilidad de la estructura.

6. Clima del lugar.

El clima influye en el tipo de cortina, ya que cuando es muy extremo, afecta estructuras de concreto como cortinas de arco delgadas o de contrafuertes por los esfuerzos que le puede inducir al cambiar las dimensiones, lo mismo que les puede producir "descascas" que van disminuyendo sus peraltes.

7. Aspectos Viales.

Hay presas cuyos embalses inundan tramos considerables de caminos o ferrocarriles que habrá que relocalizar sobrelevándolos fuera del NAME y donde la misma cortina puede servir como estructura de cruce, prestándose para ello sólo determinados tipos, como las cortinas de concreto de sección gravedad, homogéneas de tierra o enrocamiento y de materiales graduados.

En otros casos, la navegación fluvial planteará la necesidad de proyectar esclusas en las cortinas, en donde las de tipo arco serían excluyentes.

8. Factibilidad Técnica, Económica, Social y Financiera.

En general para todas las obras que emprende el Sector Público, se hacen estudios de Factibilidad Técnica, Económica, Social y Financiera, con objeto de conocer previamente, la bondad de un aprovechamiento.

Para que el Ejecutivo Federal apruebe una inversión, deberán presentarse estos estudios a la Secretaría de Programación y Presupuesto, quien decidirá si se aprueba la inversión correspondiente, o se difiere o se cancela.

Como en todas las obras, cumplidas las condiciones técnicas, será el aspecto económico el que en última instancia definirá el tipo más adecuado de estructura y en este caso particular, de cortina.

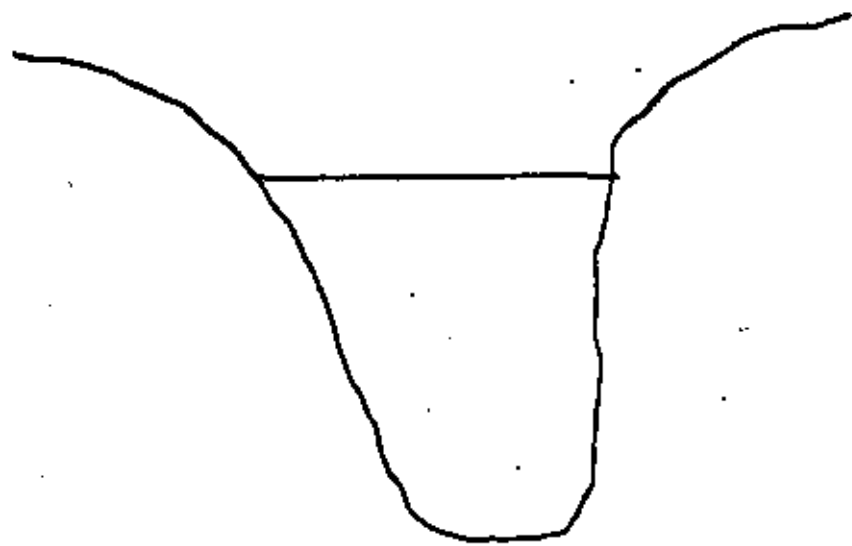
A continuación se dan algunos ejemplos.

ING. MACARIO VEGA PEREZ.

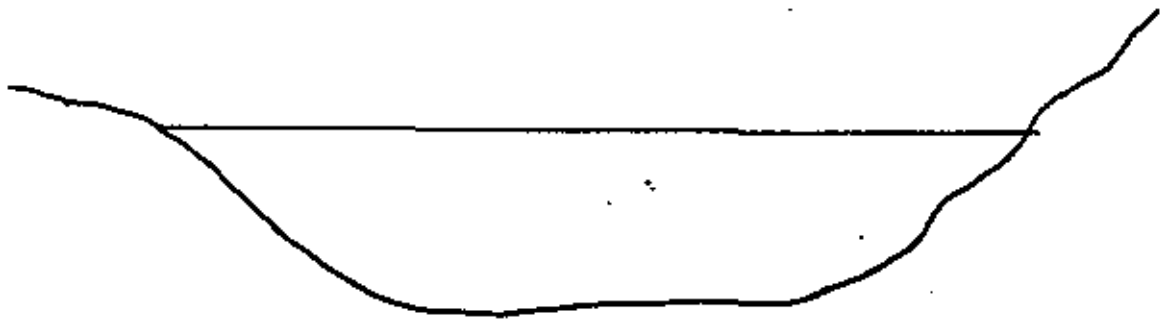
**Bibliografía :**

- Diseño de Presas Pequeñas (U.S.B.R.)
- Ingeniería de los Recursos Hidráulicos de Linley y Franzini
- Presas Construidas en México (S.R.H.)
- Presa de Tierra y Enrocamiento de Raúl J. Marsal y Daniel Reséndiz N.

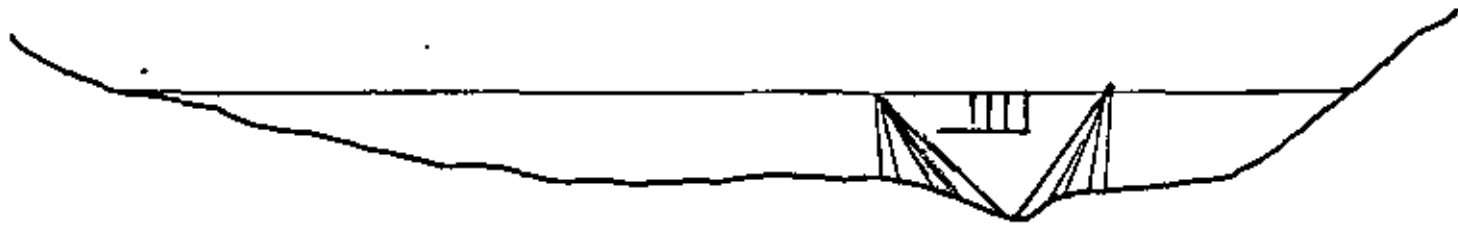
FORMAS DE BOQUILLAS



BOQUILLA CERRADA

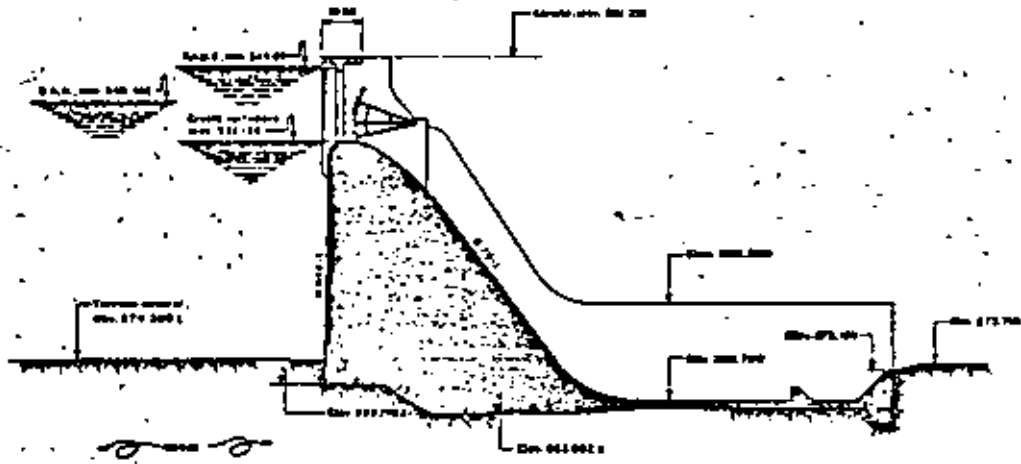


BOQUILLA ABIERTA



BOQUILLA MUY ABIERTA

875



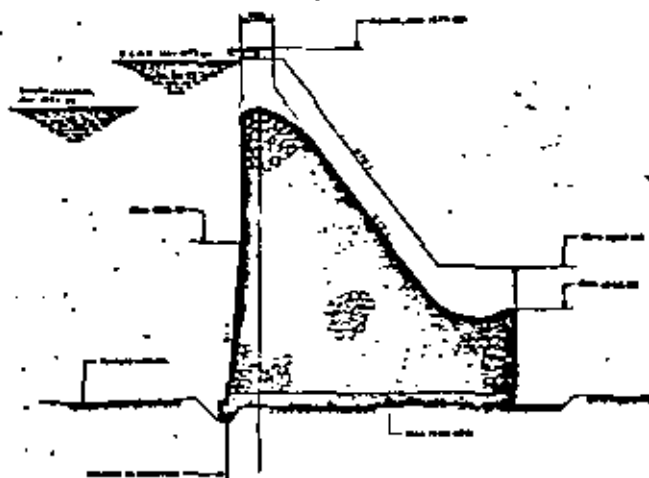
SECCION MAXIMA DE LA PRESA

<b>NOMBRE:</b> Internacional La Amistad	<b>CUENCA</b>	<b>VASO</b>
<b>CORRIENTE:</b> Bravo	<b>AREA:</b> 327436km <sup>2</sup>	<b>CAPACIDAD DE AZOLVES:</b> 678hm <sup>3</sup>
<b>ESTADO:</b> Coahuila	<b>ESCURRIMIENTO</b>	<b>CAPACIDAD UTIL:</b> 3,700hm <sup>3</sup>
<b>AÑO DE TERMINACION:</b> 1969	<b>MEDIO ANUAL:</b> 2795hm <sup>3</sup>	<b>CAPACIDAD DE CONTROL:</b> 2,190hm <sup>3</sup>
<b>CONSTRUCTOR:</b> S.R.H.-EE.UU.	<b>GASTO MAXIMO</b>	<b>SUPERALMACE-</b>
<b>PROPOSITO:</b> I/H/C/S	<b>REGISTRADO:</b> 32800m <sup>3</sup> /s	<b>NAMIENTO:</b> 482hm <sup>3</sup>
<b>COORDENADAS MAPA:</b> 7-G	<b>GASTO MAXIMO PROB.:</b> 54000m <sup>3</sup> /s	<b>CAPACIDAD TOTAL:</b> 7,050hm <sup>3</sup>
<b>GEOLOGIA VASO:</b> Calizas, lutitas.	<b>GEOLOGIA BOQUILLA:</b>	Calizas

<b>PRESA</b>	<b>VERTEDOR</b>	<b>OBRA DE TOMA (MEXICO)</b>
<b>TIPO:</b> PG/ER	<b>TIPO:</b> V	Tubería de presión
<b>ALTURA:</b> 88m	<b>CARGA MAXIMA:</b> 17.9m	<b>CARGA MAXIMA:</b> 72.1m
<b>LONGITUD CORONA:</b> 9.815m	<b>LONGITUD CRESTA:</b> 243.8m	<b>SUPERFICIE REGADA:</b> 240,000ha
<b>VOLUMEN:</b> 1'300,000, 10'355,000m <sup>3</sup>	<b>CAPACIDAD:</b> 43700m <sup>3</sup> /s	<b>POTENCIA INSTALADA:</b> 80MW

III - 310

CORTINA DE SECCION GRAVEDAD



SECCION MAXIMA DE LA PRESA

NOMBRE:	El Chique	CUENCA	VASO	
CORRIENTE:	Juchipila	AREA:	CAPACIDAD DE AZOLVES:	10hm <sup>3</sup>
ESTADO:	Zacatecas	ESCURRIMIENTO	CAPACIDAD UTIL:	54hm <sup>3</sup>
AÑO DE TERMINACION:	1958	MEDIO ANUAL:	CAPACIDAD DE CONTROL:	-
CONSTRUCTOR:	S.R.H.	GASTO MAXIMO	SUPERALMACENAMIENTO:	
PROPOSITO:	I	REGISTRADO:	NAMIENTO:	29hm <sup>3</sup>
COORDENADAS MAPA:	6-C	GASTO MAXIMO PROB.:	CAPACIDAD TOTAL:	93hm <sup>3</sup>

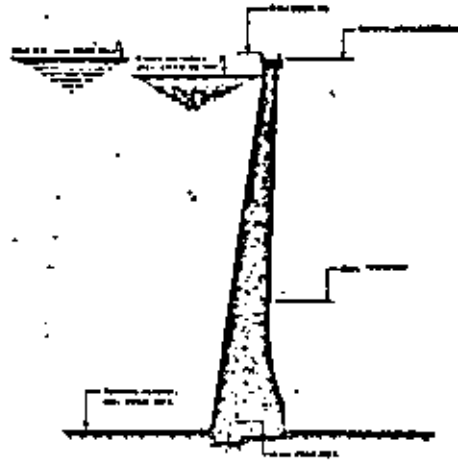
GEOLOGIA VASO:

GEOLOGIA BOQUILLA:

PRESA		VERTEDOR		OBRA DE TOMA	
TIPO:	PG	TIPO:	L	TIPO:	Tubería de presión
ALTURA:	45m	CARGA MAXIMA:	5.84m	CARGA MAXIMA:	39m
LONGITUD CORONA:	42m	LONGITUD CRESTA:	21.5m	SUPERFICIE REGADA:	4800ha
VOLUMEN:	28,000m <sup>3</sup>	CAPACIDAD:	575m <sup>3</sup> /s	POTENCIA INSTALADA:	-



117

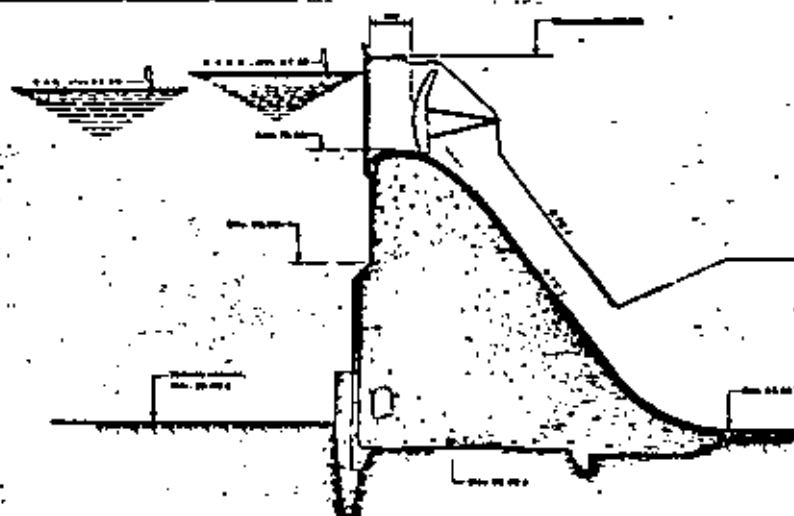


SECCION MAXIMA DE LA PRESA.

<b>NOMBRE:</b>	Calles	<b>CUENCA</b>	<b>VASO</b>
<b>CORRIENTE:</b>	Santiago	<b>ÁREA:</b>	772km <sup>2</sup>
<b>ESTADO:</b>	Aguascalientes	<b>ESCURRIMIENTO</b>	<b>CAPACIDAD DE AZOLVES:</b> 0.8hm <sup>3</sup>
<b>AÑO DE TERMINACION:</b>	1931	<b>MEDIO ANUAL:</b>	30km <sup>3</sup>
<b>CONSTRUCTOR:</b>	S.R.H.	<b>GASTO MAXIMO</b>	<b>CAPACIDAD UTIL:</b> 339.2hm <sup>3</sup>
<b>PROPOSITO:</b>		<b>REGISTRADO:</b>	<b>CAPACIDAD DE CONTROL:</b> -
<b>COORDENADAS MAPA:</b>	6-C	<b>GASTO MAXIMO PROB.:</b>	<b>SEUPERALMACE-</b>
<b>GEOLOGIA VASO:</b>	Riolita, arenas	<b>GEOLOGIA BLOQUILLA:</b>	<b>RIAMIENTO:</b> 51.0hm <sup>3</sup>
			<b>CAPACIDAD TOTAL:</b> 391.0hm <sup>3</sup>
<b>PRESA</b>		<b>VERTEDOR</b>	<b>OBRA DE TOMA</b>
<b>TIPO:</b>	VA/CB/PG	<b>TIPO:</b>	L
<b>ALTURA:</b>	64m	<b>CARGA MAXIMA:</b>	2.6m
<b>LONGITUD CORONA:</b>	283m	<b>LONGITUD CRESTA:</b>	59m
<b>VOLUMEN:</b>	46.000m <sup>3</sup>	<b>CAPACIDAD:</b>	700m <sup>3</sup> /s
			<b>TIPO:</b> Tuberías de presión
			<b>CARGA MAXIMA:</b> 54.9m
			<b>SEUPERFICIE REGADA:</b> 3427ha
			<b>POTENCIA INSTALADA:</b> -

III - 50

CORTINA DE ARCO



SECCION MAXIMA DE LA PRESA

NOMBRE:	Rodrigo Gómez	CUENCA	VASO
CORRIENTE:	San Juan	ÁREA:	CAPACIDAD DE AZOLVES: 1.5hm <sup>3</sup>
ESTADO:	Nuevo León	ESCURRIMIENTO	CAPACIDAD UTIL: 30.0hm <sup>3</sup>
AÑO DE TERMINACION:	1961	MEDIO ANUAL:	CAPACIDAD DE CONTROL: 4.5hm <sup>3</sup>
CONSTRUCTOR:	S.R.H.	GASTO MAXIMO	SUPERALMACENAMIENTO:
PROPOSITO:	S/C	REGISTRADO:	NAMIENTO: 4.0hm <sup>3</sup>
COORDENADAS MAPA:	7-E	GASTO MAXIMO PROB.:	CAPACIDAD TOTAL: 40.0hm <sup>3</sup>

GEOLOGIA VASO:

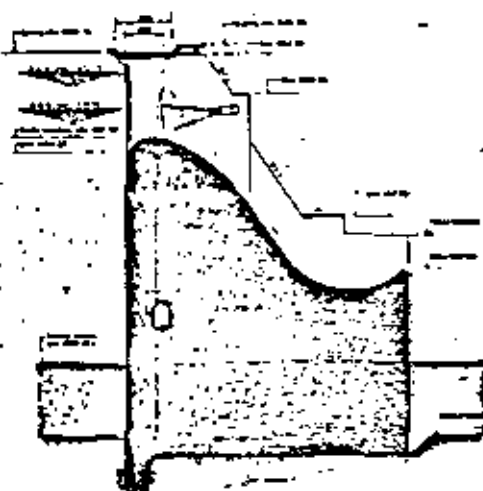
GEOLOGIA BOCUILLA:

PRESA		VERTEDOR		OBRA DE TOMA	
TIPO:	PG	TIPO:	L	TIPO:	Tubería de presión
ALTURA:	35m	CARGA MAXIMA:	7.1m	CARGA MAXIMA:	22.5m
LONGITUD CORONA:	290m	LONGITUD CRESTA:	70m	SUPERFICIE REGADA:	-
VOLUMEN:	81,000m <sup>3</sup>	CAPACIDAD:	2250m <sup>3</sup> /s	POTENCIA INSTALADA:	-

III - 201

CORTINA DE SECCION GRAVEDAD

834



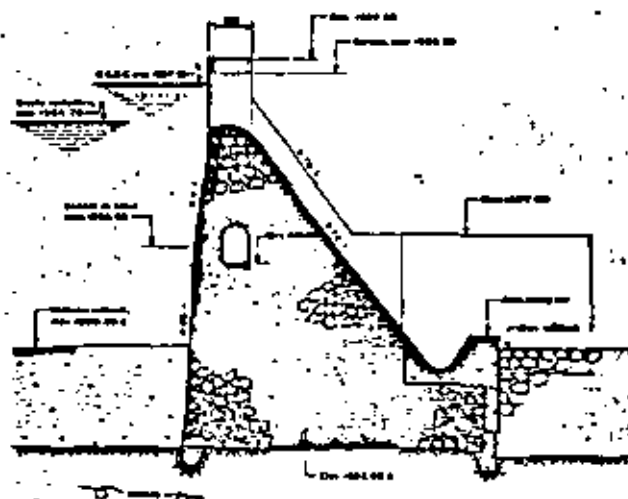
SECCION MAXIMA DE LA PRESA

<b>NOMBRE:</b>	Ignacio Allende	<b>CUENCA</b>	<b>VASO</b>
<b>CORRIENTE:</b>	De la Laja	<b>AREA:</b>	<b>CAPACIDAD DE AZOLVES:</b> 35hm <sup>3</sup>
<b>ESTADO:</b>	Guanajuato	<b>ESCURRIMIENTO</b>	<b>CAPACIDAD UTIL:</b> 115hm <sup>3</sup>
<b>AÑO DE TERMINACION:</b>	1968	<b>MEDIO ANUAL:</b>	<b>CAPACIDAD DE CONTROL:</b> 45hm <sup>3</sup>
<b>CONSTRUCTOR:</b>	S.R.H.	<b>GASTO MAXIMO</b>	<b>SUPERALMACENAMIENTO:</b>
<b>PROPOSITO:</b>	.1/C	<b>REGISTRADO:</b>	<b>NAMIENTO:</b> 56hm <sup>3</sup>
<b>COORDENADAS MAPA:</b>	7-C	<b>GASTO MAXIMO PROB.:</b>	<b>CAPACIDAD TOTAL:</b> 251hm <sup>3</sup>
<b>GEOLOGIA VASO:</b>	Basalto, arenas	<b>GEOLOGIA BOQUILLA:</b>	Basalto
<b>PRESA</b>		<b>VERTEDOR</b>	<b>OBRA DE TOMA</b>
<b>TIPO:</b>	PG	<b>TIPO:</b>	V TIPO: Tubería de presión
<b>ALTURA:</b>	43m	<b>CARGA MAXIMA:</b>	6.6m CARGA MAXIMA: 18.7m
<b>LONGITUD CORONA:</b>	128m	<b>LONGITUD CRESTA:</b>	18m SUPERFICIE REGADA: 10000ha
<b>VOLUMEN:</b>	38,000m <sup>3</sup>	<b>CAPACIDAD:</b>	602m <sup>3</sup> /s POTENCIA INSTALADA: -

III - 289

CORTINA DE SECCION GRAVEDAD

561



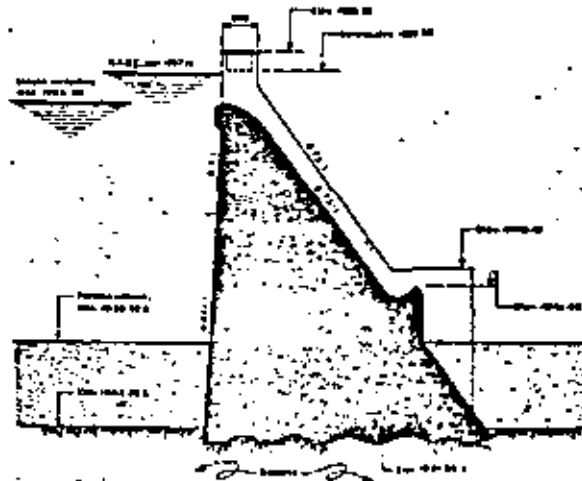
SECCION MAXIMA DE LA PRESA

<b>NOMBRE:</b>	Peñuelitas	<b>CUENCA</b>		<b>VASO</b>	
<b>CORRIENTE:</b>	De La Erre	<b>AREA:</b>	400km <sup>2</sup>	<b>CAPACIDAD DE AZOLVES:</b>	1hm <sup>3</sup>
<b>ESTADO:</b>	Guanajuato	<b>ESCURRIMIENTO</b>		<b>CAPACIDAD UTIL:</b>	23hm <sup>3</sup>
<b>AÑO DE TERMINACION:</b>	1960	<b>MEDIO ANUAL:</b>		<b>CAPACIDAD DE CONTROL:</b>	-
<b>CONSTRUCTOR:</b>	S.R.H.	<b>GASTO MAXIMO</b>		<b>SUPERALMACE:</b>	
<b>PROPOSITO:</b>	1	<b>REGISTRADO:</b>		<b>NARBENTO:</b>	12hm <sup>3</sup>
<b>COORDENADAS MAPA:</b>	7-C	<b>GASTO MAXIMO PROB.</b>		<b>CAPACIDAD TOTAL:</b>	36hm <sup>3</sup>
<b>GEOLOGIA VASO:</b>		<b>GEOLOGIA BOQUILLA:</b>			Riolita

	<b>PRESA</b>		<b>VERTEDOR</b>		<b>OBRA DE TOMA</b>
<b>TIPO:</b>	PG	<b>TIPO:</b>	L	<b>TIPO:</b>	Conducto
<b>ALTURA:</b>	25 m	<b>CARGA MAXIMA:</b>	2.59 m	<b>CARGA MAXIMA:</b>	14.3 m
<b>LONGITUD CORONA:</b>	335 m	<b>LONGITUD CRESTA:</b>	40 m	<b>SUPERFICIE REGADA:</b>	2400ha
<b>VOLUMEN:</b>	23,000m <sup>3</sup>	<b>CAPACIDAD:</b>	350m <sup>3</sup> /s	<b>POTENCIA INSTALADA:</b>	-

III - 188

CORTINA DE SECCION GRAVEDAD



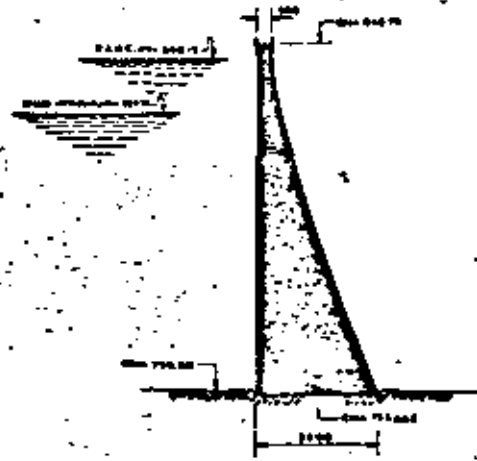
SECCION MAXIMA DE LA PRESA

NOMBRE:	Vicente Aguirre	CUENCA		VASO	
CORRIENTE:	Alfajayucan	AREA:	566km <sup>2</sup>	CAPACIDAD DE AZOLVES:	0.4hm <sup>3</sup>
ESTADO:	Hidalgo	ESCURRIMIENTO		CAPACIDAD UTIL:	20.6hm <sup>3</sup>
AÑO DE TERMINACION:	1950	MEDIO ANUAL:		CAPACIDAD DE CONTROL:	-
CONSTRUCTOR:	S.R.H.	GASTO MAXIMO		SUPERALMACE-	
PROPOSITO:	I	REGISTRADO:		NAMIENTO:	4.0hm <sup>3</sup>
COORDENADAS MAPA:	8-B	GASTO MAXIMO PROB.		CAPACIDAD TOTAL:	25.0hm <sup>3</sup>
GEOLOGIA VASO:	Basalto, arcilla	GEOLOGIA BOQUILLA:			Basalto
	<b>PRESA</b>		<b>VERTEDOR</b>		<b>OBRA DE TOMA</b>
TIPÓ:	PG	TIPÓ:	L	TIPÓ:	Tubería de presión
ALTURA:	27m	CARGA MAXIMA:	2.28m	CARGA MAXIMA:	12.9m
LONGITUD CORONA:	165m	LONGITUD CRESTA:	60m	SUPERFICIE REGADA:	3000ha
VOLUMEN:	27.000m <sup>3</sup>	CAPACIDAD:	400m <sup>3</sup> /s	POTENCIA INSTALADA:	-

III - 117

CORTINA DE SECCION GRAVEDAD

185



SECCION MAXIMA DE LA PRESA

<b>NOMBRE:</b>	La Angostura	<b>CUENCA</b>	<b>VASO</b>
<b>CORRIENTE:</b>	Bavispe	<b>AREA:</b>	18100km <sup>2</sup>
<b>ESTADO:</b>	Sonora	<b>ESCURRIMIENTO</b>	<b>CAPACIDAD DE AZOLVES:</b> 100hm <sup>3</sup>
<b>AÑO DE TERMINACION:</b>	1942	<b>MEDIO ANUAL:</b>	<b>CAPACIDAD UTIL:</b> 740hm <sup>3</sup>
<b>CONSTRUCTOR:</b>	S.R.H.	<b>GASTO MAXIMO</b>	<b>CAPACIDAD DE CONTROL:</b> -
<b>PROPOSITO:</b>	I/M	<b>REGISTRADO:</b>	2080m <sup>3</sup> /s
<b>COORDENADAS MAPA:</b>	6-G	<b>GASTO MAXIMO PROB:</b>	3100m <sup>3</sup> /s
<b>GEOLOGIA VASO:</b>	Riolita, tobas, arcillas	<b>GEOLOGIA BOCESILLA:</b>	Riolita, Tobas
<b>PRESA</b>		<b>VERTEDOR</b>	<b>OBRA DE TOMA</b>
<b>TIPO:</b>	VA	<b>TIPO:</b>	L
<b>ALTURA:</b>	91m	<b>CARGA MAXIMA:</b>	15.24m
<b>LONGITUD CORONA:</b>	178m	<b>LONGITUD CRESTA:</b>	30.48m
<b>VOLUMEN:</b>	184,000m <sup>3</sup>	<b>CAPACIDAD:</b>	2000m <sup>3</sup> /s
			<b>TIPO:</b> Tuberías de presión
			<b>CARGA MAXIMA:</b> 69.5m
			<b>SUPERFICIE REGADA:</b>
			<b>POTENCIA INSTALADA:</b>

III - 72

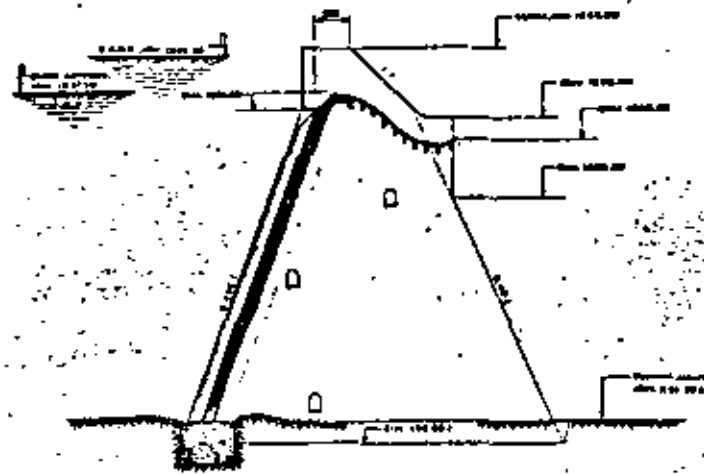
CORTINA DE ARCO







263



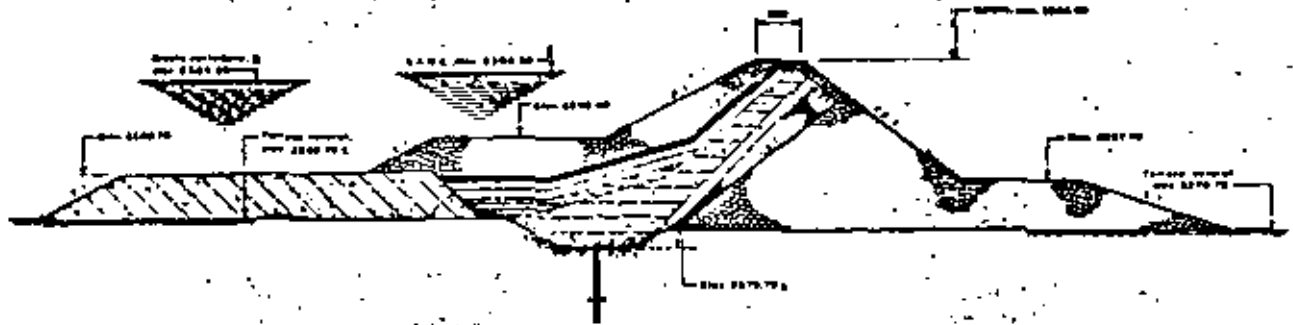
SECCION MAXIMA DE LA PRESA

<b>NOMBRE:</b>	Francisco I. Madero	<b>CUENCA</b>	<b>VASO</b>
<b>CORRIENTE:</b>	San Pedro	<b>AREA:</b>	<b>CAPACIDAD DE AZOLVES:</b> 20hm <sup>3</sup>
<b>ESTADO:</b>	Chihuahua	<b>ESCURRIMIENTO</b>	<b>CAPACIDAD UTIL:</b> 405hm <sup>3</sup>
<b>AÑO DE TERMINACION:</b>	1949	<b>MEDIO ANUAL:</b>	<b>CAPACIDAD DE CONTROL:</b> -
<b>CONSTRUCTOR:</b>	S.R.H.	<b>GASTO MAXIMO</b>	<b>SUPERALMACENAMIENTO:</b>
<b>PROPOSITO:</b>	I	<b>REGISTRADO:</b>	<b>NAMIENTO:</b> 239hm <sup>3</sup>
<b>COORDENADAS MAPA:</b>	5-F	<b>GASTO MAXIMO PROB.:</b>	<b>CAPACIDAD TOTAL:</b> 664hm <sup>3</sup>
<b>GEOLOGIA VASO:</b>		<b>GEOLOGIA BOQUILLA:</b>	
<b>PRESA</b>		<b>VERTEDOR</b>	<b>OBRA DE TOMA</b>
<b>TIPO:</b>	CB/PG	<b>TIPO:</b>	L, L
<b>ALTURA:</b>	56m	<b>CARGA MAXIMA:</b>	5.06, 5.06m
<b>LONGITUD CORONA:</b>	244m	<b>LONGITUD CRESTA:</b>	112, 145m
<b>VOLUMEN:</b>	126,000m <sup>3</sup>	<b>CAPACIDAD:</b>	2,540, 3,460m <sup>3</sup> /s
		<b>TIPO:</b>	Tubería de presión
		<b>CARGA MAXIMA:</b>	49.8m
		<b>SUPERFICIE REGADA:</b>	35,000ha
		<b>POTENCIA INSTALADA:</b>	-

III - 104

CORTINA DE CONTRAFUERTES

202



SECCION MAXIMA DE LA PRESA

<b>NOMBRE:</b>	Guadalupe	<b>CUENCA</b>	<b>VASO</b>
<b>CORRIENTE:</b>	Cuautitlán	<b>AREA:</b>	<b>CAPACIDAD DE AZOLVES:</b> 1.4hm <sup>3</sup>
<b>ESTADO:</b>	México	<b>ESCURRIMIENTO</b>	<b>CAPACIDAD UTIL:</b> 57.0hm <sup>3</sup>
<b>AÑO DE TERMINACION:</b>	1943/68	<b>MEDIO ANUAL:</b>	<b>CAPACIDAD DE CONTROL:</b> --
<b>CONSTRUCTOR:</b>	S.R.H	<b>GASTO MAXIMO</b>	<b>SUPERALMACENAMIENTO:</b>
<b>PROPOSITO:</b>	I/S	<b>REGISTRADO:</b>	<b>SIAMIENTO:</b> 7.8hm <sup>3</sup>
<b>COORDENADAS MAPA:</b>	B-B	<b>GASTO MAXIMO PROB.:</b>	<b>CAPACIDAD TOTAL:</b> 66.2hm <sup>3</sup>

GEOLOGIA VASO:

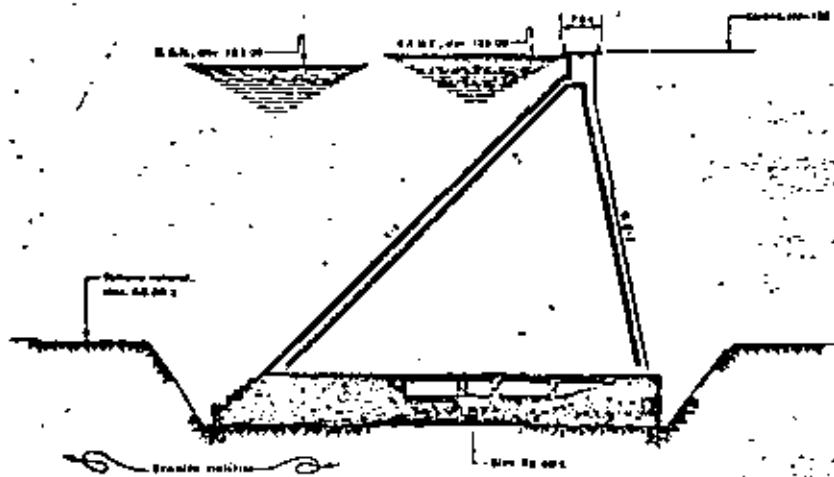
GEOLOGIA BOQUILLA:

<b>PRESA</b>		<b>VERTEDOR</b>		<b>OBRA DE TOMA</b>	
<b>TIPO:</b>	ER	<b>TIPO:</b>	L	<b>TIPO:</b>	Túnel, conducto
<b>ALTURA:</b>	33m	<b>CARGA MAXIMA:</b>	1.4m	<b>CARGA MAXIMA:</b>	21, 21m
<b>LONGITUD CORONA:</b>	467m	<b>LONGITUD CRESTA:</b>	140m	<b>SUPERFICIE REGADA:</b>	6229ha
<b>VOLUMEN:</b>	899,000m <sup>3</sup>	<b>CAPACIDAD:</b>	470m <sup>3</sup> /s	<b>POTENCIA INSTALADA:</b>	--

III - 78

CORTINA DE MATERIALES GRADUADOS

154



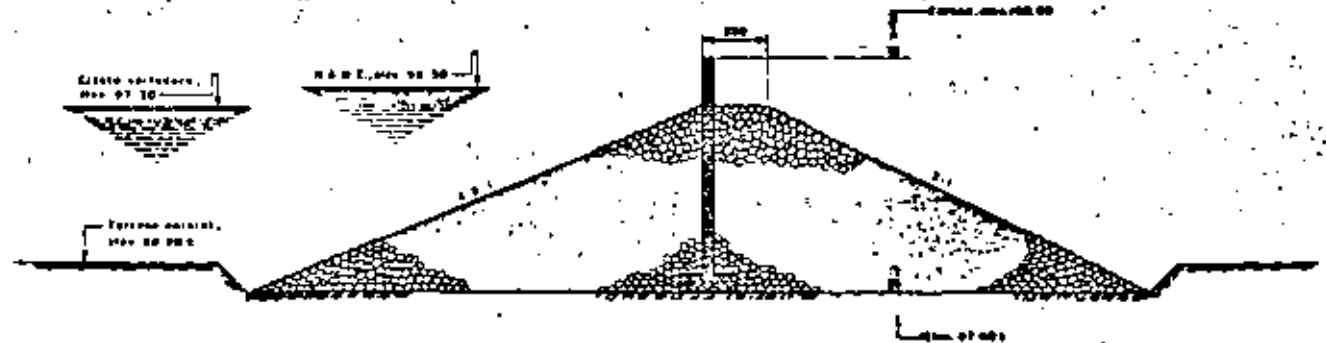
SECCION MAXIMA DE LA PRESA

NOMBRE: Abelardo Rodríguez L.		CUENCA		VASO	
CORRIENTE:	Tijuana	AREA:	2,430km <sup>2</sup>	CAPACIDAD DE AZOLVES:	2.2hm <sup>3</sup>
ESTADO:	Baja California Norte	ESCURRIMIENTO		CAPACIDAD UTIL:	91.6hm <sup>3</sup>
AÑO DE TERMINACION:	1937	MEDIO ANUAL:		CAPACIDAD DE CONTROL:	35.9hm <sup>3</sup>
CONSTRUCTOR:	S.R.H.	GASTO MAXIMO		SUPERALMACE-	
PROPOSITO:	C/S/I	REGISTRADO:		NAMIENTO:	7.3hm <sup>3</sup>
COORDENADAS MAPA:	1-H	GASTO MAXIMO PROB.:		CAPACIDAD TOTAL:	137.0hm <sup>3</sup>
GEOLOGIA VASO: Pizarras, granito, tobas, riolita			GEOLOGIA BOQUILLA: Riolita, granito		

PRESA		VERTEEDOR		OBRA DE TOMA	
TIPO:	CB	TIPO:	V	TIPO:	Tuberías de presión
ALTURA:	73m	CARGA MAXIMA:	9.15m	CARGA MAXIMA:	45.0m
LONGITUD CORONA:	579m	LONGITUD CRESTA:	82.3m	SUPERFICIE REGADA:	1,000ha
VOLUMEN:	188,000m <sup>3</sup>	CAPACIDAD:	4,248m <sup>3</sup> /s	POTENCIA INSTALADA:	--

III - 62

CORTINA DE CONTRAFUERTES



SECCION MAXIMA DE LA PRESA

<b>NOMBRE:</b>	Santa Rosa	<b>CUENCA</b>	<b>VASO</b>
<b>CORRIENTE:</b>	Chico	<b>AREA:</b>	<b>CAPACIDAD DE AZOLVES:</b> 1.0hm <sup>3</sup>
<b>ESTADO:</b>	Zacatecas	<b>ESCURRIMIENTO</b>	<b>CAPACIDAD UTIL:</b> 12.0hm <sup>3</sup>
<b>AÑO DE TERMINACION:</b>	1937	<b>MEDIO ANUAL:</b>	<b>CAPACIDAD DE CONTROL:</b>
<b>CONSTRUCTOR:</b>	S.R.H.	<b>GASTO MAXIMO</b>	<b>SUPERALMACENAMIENTO:</b>
<b>PROPOSITO:</b>	I	<b>REGISTRADO:</b>	<b>RAMENTO:</b> 1.9hm <sup>3</sup>
<b>COORDENADAS MAPA:</b>	6-D	<b>GASTO MAXIMO PROB.:</b>	<b>CAPACIDAD TOTAL:</b> 14.9hm <sup>3</sup>

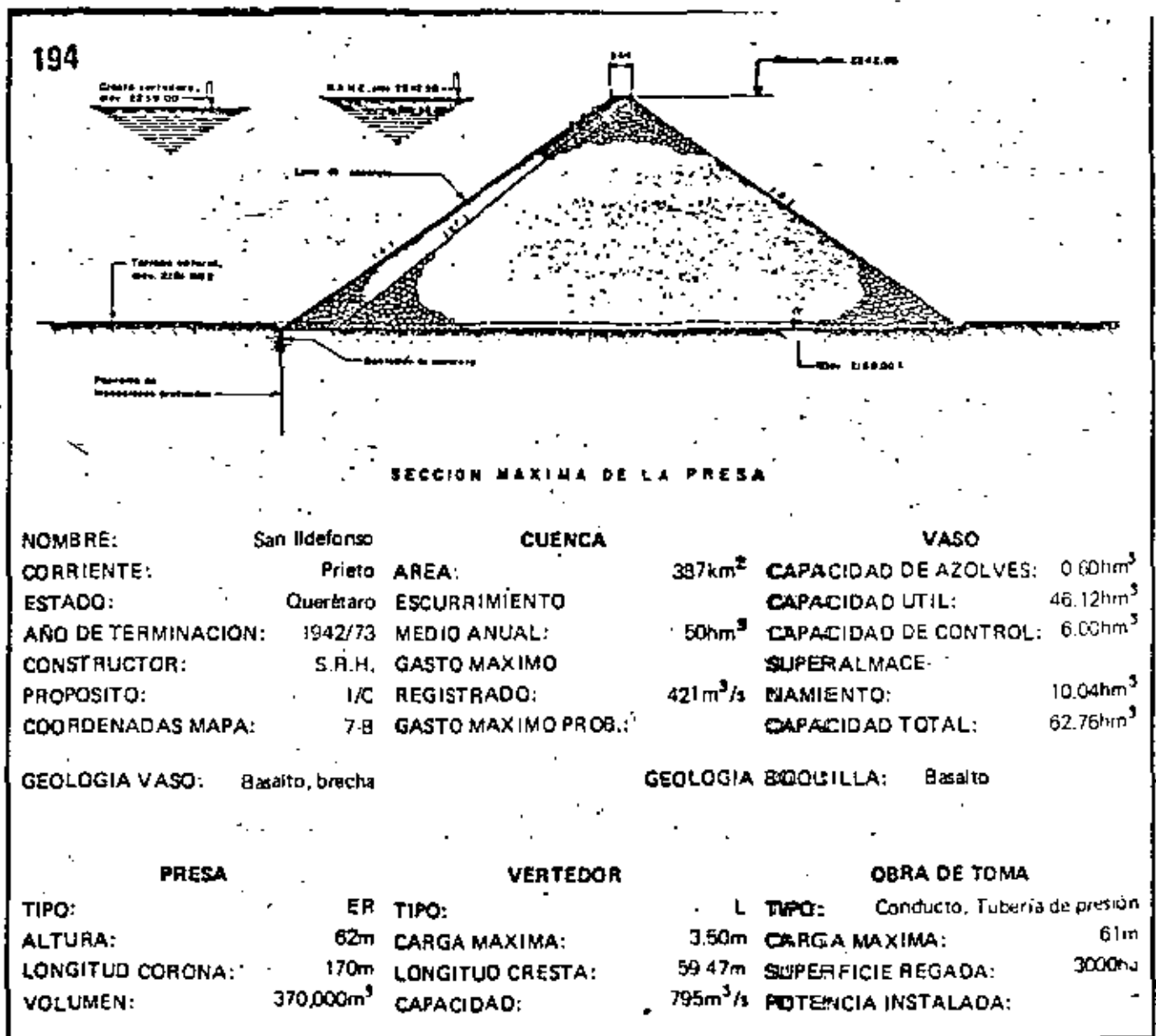
GEOLOGIA VASO:

GEOLOGIA BOQUILLA:

<b>PRESA</b>		<b>VERTEDOR</b>		<b>OBRA DE TOMA</b>	
<b>TIPO:</b>	ER	<b>TIPO:</b>	L	<b>TIPO:</b>	Tubería de presión
<b>ALTURA:</b>	13m	<b>CARGA MAXIMA:</b>	1m	<b>CARGA MAXIMA:</b>	8.7m
<b>LONGITUD CORONA:</b>	595m	<b>LONGITUD CRESTA:</b>	90m	<b>SUPERFICIE REGADA:</b>	800ha
<b>VOLUMEN:</b>	82,000m <sup>3</sup>	<b>CAPACIDAD:</b>	180m <sup>3</sup> /s	<b>POTENCIA INSTALADA:</b>	-

III - 63

CORTINA DE SECCION HOMOGENEA DE ENROCAMIENTO

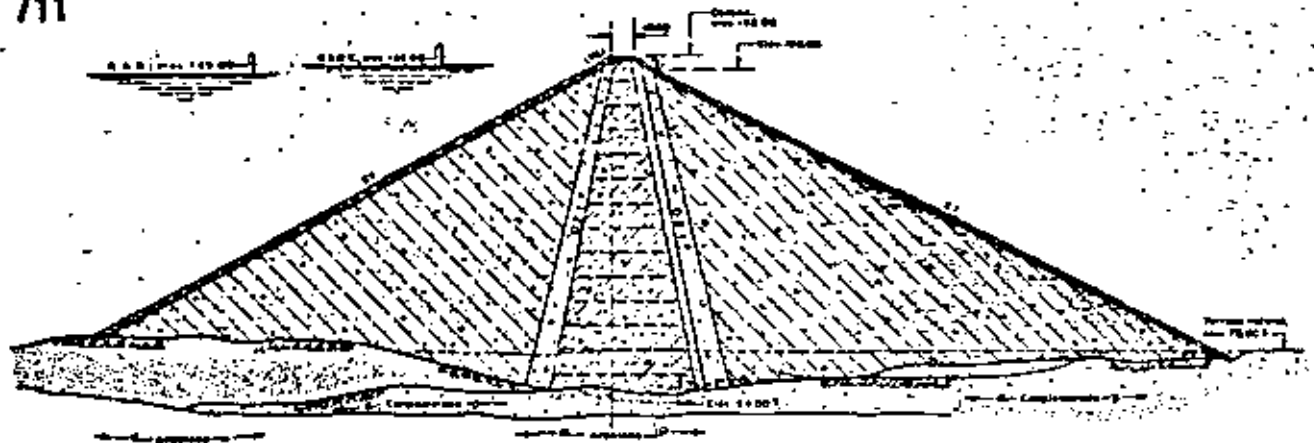


III - 74

CORTINA DE SECCION HOMOGENEA DE ENROCAMIENTO



711



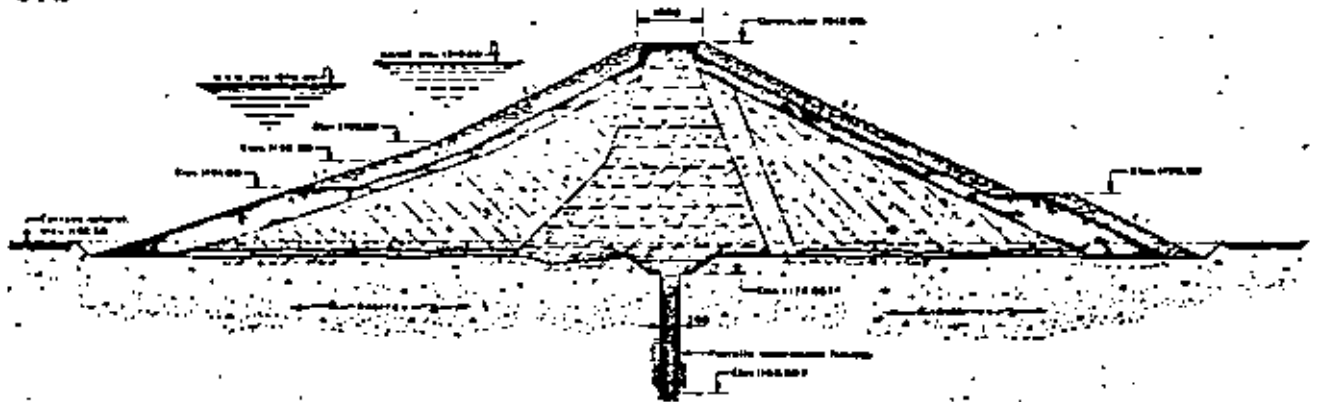
SECCION MAXIMA DE LA PRESA

<b>NOMBRE:</b>	Netzahualcoyotl	<b>CUENCA</b>		<b>VASO</b>	
<b>CORRIENTE:</b>	Grijalva	<b>AREA:</b>	33740km <sup>2</sup>	<b>CAPACIDAD DE AZOLVES:</b>	1000hm <sup>3</sup>
<b>ESTADO:</b>	Chiapas	<b>ESCURRIMIENTO</b>		<b>CAPACIDAD UTIL:</b>	7300hm <sup>3</sup>
<b>AÑO DE TERMINACION:</b>	1964	<b>MEDIO ANUAL:</b>	19000hm <sup>3</sup>	<b>CAPACIDAD DE CONTROL:</b>	3300hm <sup>3</sup>
<b>CONSTRUCTOR:</b>	S.R.H./S.R.H.-C.F.E.	<b>GASTO MAXIMO</b>		<b>SUPERALMACE-</b>	
<b>PROPOSITO:</b>	I/C/H	<b>REGISTRADO:</b>	7200m <sup>3</sup> /s	<b>NAMIENTO:</b>	860hm <sup>3</sup>
<b>COORDENADAS MAPA:</b>	10-A	<b>GASTO MAXIMO PROB.:</b>	20000m <sup>3</sup> /s	<b>CAPACIDAD TOTAL:</b>	12960hm <sup>3</sup>
<b>GEOLOGIA VASO:</b>	Lutitas, areniscas, conglomerados, gravas, arenas.	<b>GEOLOGIA BOQUILLA:</b>	Conglomerado, areniscas, lutitas.		
<b>PRESA</b>		<b>VERTEDOR</b>		<b>OBRA DE TOMA</b>	
<b>TIPO:</b>	ER	<b>TIPO:</b>	V, V	<b>TIPO:</b>	Túneles con tuberías de presión
<b>ALTURA:</b>	139m	<b>CARGA MAXIMA:</b>	20.36, 24.31m	<b>CARGA MAXIMA:</b>	108m
<b>LONGITUD CORONA:</b>	478m	<b>LONGITUD CRESTA:</b>	60, 45m	<b>SUPERFICIE REGADA:</b>	350000ha
<b>VOLUMEN:</b>	5'077,000m <sup>3</sup>	<b>CAPACIDAD:</b>	10650, 11100m <sup>3</sup> /s	<b>POTENCIA INSTALADA:</b>	1080MW

III - 242

CORTINA DE MATERIALES GRADUADOS

872



SECCION MAXIMA DE LA PRESA

<b>NOMBRE:</b>	Francisco Zarco	<b>CUENCA</b>		<b>VASO</b>	
<b>CORRIENTE:</b>	Nazas	<b>AREA:</b>	19085km <sup>2</sup>	<b>CAPACIDAD DE AZOLVES:</b>	70hm <sup>3</sup>
<b>ESTADO:</b>	Durango	<b>ESCURRIMIENTO</b>		<b>CAPACIDAD UTIL:</b>	230hm <sup>3</sup>
<b>AÑO DE TERMINACION:</b>	1969	<b>MEDIO ANUAL:</b>	1095hm <sup>3</sup>	<b>CAPACIDAD DE CONTROL:</b>	50hm <sup>3</sup>
<b>CONSTRUCTOR:</b>	S.R.H.	<b>GASTO MAXIMO</b>		<b>SUPERALMACE-</b>	
<b>PROPOSITO:</b>	I/C	<b>REGISTRADO:</b>	3600m <sup>3</sup> /s	<b>NAMIENTO:</b>	88hm <sup>3</sup>
<b>COORDENADAS MAPA:</b>	6-E	<b>GASTO MAXIMO PROB.:</b>		<b>CAPACIDAD TOTAL:</b>	438hm <sup>3</sup>
<b>GEOLOGIA VASO:</b>	Aluvión, calizas, lutitas	<b>GEOLOGIA SOQUILLA:</b>			Grava, arenas

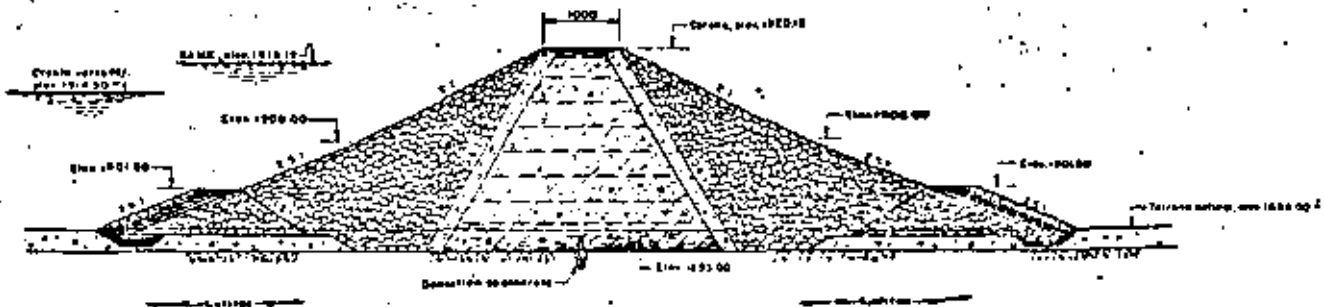
<b>PRESA</b>		<b>VERTEDOR</b>		<b>OBRA DE TOMA</b>	
<b>TIPO:</b>	ER	<b>TIPO:</b>	V	<b>TIPO:</b>	Túneles
<b>ALTURA:</b>	35m	<b>CARGA MAXIMA:</b>	15m	<b>CARGA MAXIMA:</b>	15m
<b>LONGITUD CORONA:</b>	480m	<b>LONGITUD CRÉSTA:</b>	24m	<b>SUPERFICIE REGADA:</b>	8,000ha
<b>VOLUMEN:</b>	870,000m <sup>3</sup>	<b>CAPACIDAD:</b>	3000m <sup>3</sup> /s	<b>POTENCIA INSTALADA:</b>	-

III - 308

CORTINA DE MATERIALES GRADUADOS



696



SECCION MAXIMA DE LA PRESA

NOMBRE:		CUENCA		VASO	
CORRIENTE:	El Cazadero	AREA:	5167km <sup>2</sup>	CAPACIDAD DE AZOLVES:	8.0hm <sup>3</sup>
ESTADO:	Aguaveval	ESCURRIMIENTO		CAPACIDAD UTIL:	22.9hm <sup>3</sup>
AÑO DE TERMINACION:	Zacatecas	MEDIO ANUAL:	67hm <sup>3</sup>	CAPACIDAD DE CONTROL:	-
CONSTRUCTOR:	1964	GASTO MAXIMO		SUPERALMACEN:	
PROPOSITO:	S.R.H.	REGISTRADO:	437m <sup>3</sup> /s	NAZEMENTO:	20.7hm <sup>3</sup>
COORDENADAS MAPA:	I	GASTO MAXIMO PROB:	2200m <sup>3</sup> /s	CAPACIDAD TOTAL:	51.6hm <sup>3</sup>
GEOLOGIA VASO: Tobas, riolitas		GEOLOGIA BOQUILLA:		Lutitas	

PRESA		VERTEDOR		OBRA DE TOMA	
TIPO:	ER	TIPO:	L	TIPO:	Conducto
ALTURA:	27m	CARGA MAXIMA:	3.62m	CARGA MAXIMA:	21.1m
LONGITUD CORONA:	940m	LONGITUD CHESTA:	145m	SUPERFICIE REGADA:	2500ha
VOLUMEN:	310,000m <sup>3</sup>	CAPACIDAD:	2000m <sup>3</sup> /s	POTENCIA INSTALADA:	-

III - 236

CORTINA DE MATERIALES GRADUADOS





centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

MEDIOS DE CANALIZACION

ANEXO

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

OCTUBRE, 1980



TUBERIA CONDUIT  
AREA UTILIZABLE

DIAMETRO NOMINAL (MM)	AREA-INTERIOR NOMINAL (MM <sup>2</sup> )	AREA UTIL (40%)
13	132.73	53.00
19	283.59	113.41
25	490.87	196.35
32	804.24	321.699
38	1,134.11	453.651
51	2,042.82	817.13
63	3,117.25	1,246.90
76	4,536.47	1,814.58
90	6,361.74	2,544.69
100	7,854.00	3,141.60
127	12,667.71	5,067.08
150	17,671.50	7,058.60
200	31,416.00	12,566.40











centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA

ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS

OCTUBRE, 1980



## A. - PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA.

Para efectuar una instalación eléctrica, es fundamental que se realice siguiendo los lineamientos del proyecto previamente aprobado, debido a que en éste se tomaron las medidas de seguridad adecuadas para la instalación.

Las principales fallas que se originan en las instalaciones eléctricas, son debidas principalmente a la poca importancia que se le dá al proyecto eléctrico, ya que al no considerar en éste todos los aspectos y característicos del medio ambiente en que operará el equipo, así como la naturaleza de las cargas, el tipo de servicio a que se destinará, y otras consideraciones importantes, genera el desconocimiento de lo que se va a construir, obligando se a tomar en la etapa constructiva, soluciones que no son precisamente las más idóneas desde el punto de vista técnico y de seguridad.

Es necesario recordar que la labor más importante de ingeniería debe realizarse en el proyecto, y por lo tanto, no es aconsejable dejar ambigüedades y condiciones para resolver en la ejecución de la obra los problemas de diseño, pues es frecuente observar que la falta de funcionalidad, flexibilidad y eficiencia de una instalación eléctrica, se debe principalmente al hecho de que no fueron especificadas en el proyecto todos los elementos constitutivos de la instalación, incluyendo los diferentes trabajos realizados por las diversas especialidades de ingeniería que intervienen en toda obra. Por ejemplo, no es aceptable que quien construye la obra civil haga una serie de economías en equipos, materiales, etc., y que por falta de previsión y coordinación con el proyectista de la instalación eléctrica, ésta resulta desproporcionadamente más costosa, o de la misma manera, no tiene sentido que un edificio con acabados de lujo sea totalmente antifuncional, debido a un sistema de distribución eléctrica deficiente por las razones expuestas.

Independientemente de los aspectos de flexibilidad, capacidad y funcionalidad, que deben ser tomados en cuenta al proyectarse una instalación eléctrica, es necesario considerar la seguridad, de tal forma que el diseño y la selección del equipo y material, garanticen que las instalaciones a realizar ofrezcan un alto grado de seguridad a las personas que las van a utilizar y a sus bienes.

Las condiciones de seguridad se establecen en la reglamentación de obras e instalaciones eléctricas y es importante señalar que éstas son las mínimas necesarias para obtener instalaciones seguras; pudiendo por lo tanto, aumentarse en función del nivel de la economía requerida.

El proyecto se constituye por planos y memorias técnicas descriptiva y ellos deben establecerse con lujo de detalle y explicaciones las obras que van a realizarse.

### I. Planos:

a). Diagrama Unifilar que represente la totalidad de la instalación eléctrica, mostrando la acometida, el arreglo de la subestación (si la hay), el o los tableros generales de distribución y sus protecciones principales, los alimentadores, los subalimentadores, los tableros de fuerza, de alumbrado, los centros de control de motores, etc.; y si es posible, mostrar los circuitos derivados indicando a que máquina o motor alimentan, así como las protecciones de los mismos. Será conveniente incluir además datos tales como: factores de demanda y diversidad, tensión de trabajo, número de fases, valor de las protecciones de la instalación, calibre de conductores de alimentadores y circuitos derivados, diámetros y otras dimensiones de las canalizaciones, así como número de conductores que viajan por ellos.

b). Cuadro de Cargas de Motores y Máquinas en el que se concentre toda la información relativa a ellos y deberá contener lo siguiente: identificación y descripción del motor o máquina, tipo de servicio de instalación, capacidad en KW o H.P., y corriente nominal, número de fases, tipos y ajustes de las protecciones contra sobrecorriente y sobrecarga, calibre de los conductores del circuito derivado que lo abastece, tipos de arranque y de arrancador, capacidad de éste último y otros datos y características peculiares de cada máquina que sean necesarios.

c). Cuadro de Cargas de alumbrado, contactos y aparatos pequeños en donde se concentre toda la información relativa a ellos y deberá contener lo siguiente: identificación del tablero y de los circuitos, tipos de cargas que controla cada tablero, tensión de trabajo, número de fases, carga por circuito, protección principal y por circuito, calibre de conductores que abastecen al tablero y a los circuitos derivados y caída de tensión de los circuitos.

d). Vistas físicas que deberán mostrar la localización de los equipos y sistemas de que consta la instalación y consistirán en vistas de planta que muestren la ubicación de la acometida, de la subestación (si la hay), del tablero o de los tableros generales de distribución, la trayectoria de alimentadores, subalimentadores y circuitos derivados, la ubicación de motores, arrancadores, máquinas y otros aparatos, unidades de alumbrado, etc.; identificando cada parte de acuerdo a lo asentado en el diagrama unifilar y los cuadros de carga. Asimismo deberán indicarse los calibres de conductores, las características de las canalizaciones y el valor de las protecciones principales.

e). En caso de presentarse varios planos que en forma individual muestren parte del total de una instalación eléctrica, deberá incluirse un plano general de conjunto, en el que se indiquen la ubicación de la acometida o acometidas, tableros principales y derivados, rutas o trayectorias de las alimentaciones respectivas hasta los centros donde se encuentran las cargas. En este caso, deberá indicarse claramente la continuidad de un plano con respecto a otro e identificar debidamente el área o succión que represente cada plano.

de conjunto.

En instalaciones en edificios con más de un nivel deberán mostrar - las trayectorias verticales, mediante cortes adecuados, y con la información citada anteriormente.

f). En caso de existir áreas con atmósferas peligrosas, con excesiva humedad o equipo que trabaje a más de 150 Volts a tierra, deberá incluirse planos que muestren las características y la localización del sistema de tierras empleado, debiendo incluirse la siguiente información: calibre de los conductores que componen la red, así como los de puesta a tierra del equipo, características de los electrodos empleados, materiales empleados, etc.; debiendo mostrar cortes de la conexión a tierra de carcazas, de gabinetes, de canalizaciones, etc.

Independientemente de los datos generales señalados, los planos deberán cubrir los aspectos particulares que se citan cuando se trate de:

#### I. 1.- Subestaciones Eléctricas.

a). Mostrar vista de planta, elevación, perfil y cortes necesarios que identifiquen la disposición física de los componentes de la subestación.

b). Especificar las características eléctricas de los transformadores y sus protecciones contra sobrecorrientes, cuchillas desconectoras y de pruebas en su caso, apartarrayos, transformadores de corriente y de potencial en su caso, equipos de medición, bancos de capacitores, conductores, aisladores, y en general, las correspondientes a todos los equipos y materiales empleados.

c). Proporcionar el plano o el detalle del sistema de tierras, incluyendo sus componentes, tales como conductores, electrodos y conexiones, indicando su conexión a todas las partes metálicas de la instalación no destinadas a conducir energía eléctrica.

d). Localizar el drenaje para el escurrimiento del líquido de los transformadores e indicar los accesorios de seguridad con que debe contar la subestación, tales como pértiga, tarimas aislante e implementos para maniobras, -- así como el equipo contra incendio.

e). Mostrar las características y dimensiones de registros, ductos, -- trincheras, local o cerca protectora de la subestación así como de la iluminación, ventilación en su caso y medio de acceso al local.

f). Acotar las dimensiones entre las partes conductoras y entre éstas y los gabinetes, estructuras o techos cercanos, así como los espacios libres para trabajar, en las subestaciones compactas comerciales no es necesario este punto.

## I.2.- Plantas Generadoras de Energía Eléctrica para casos de Emergencia.

a). Mostrar un diagrama unifilar en el cual se indique la unidad generadora, equipo de transferencia en su caso, protección contra sobrecorriente de dicha unidad, tablero de control, equipo de medición, circuitos que interconectan la unidad generadora con la carga correspondiente, dispositivos eléctricos de control y protección, así como los circuitos que alimenta la planta, identificando todos los componentes mostrados en la lista de equipo y materiales.

b). Cuadro de características completas de la unidad generadora, tanto del primario como del generador excitatriz y del equipo auxiliar, tales como: capacidad nominal, tensión de trabajo, número de fases, etc.

c). Indicar los sistemas de alimentación de combustibles, enfriamiento, expulsión de gases de combustión, ventilación y alumbrado del local que alberga a la unidad generadora, así como el acceso a dicho local, el cual debe ser expedito y seguro.

d). Mostrar en vistas físicas la ubicación de la planta generadora, indicando dimensiones del local y de los espacios considerados como áreas de trabajo, incluyendo el resto del equipo eléctrico.

e). Representar el sistema de tierra, especificando el tipo y dimensiones de electrodos, conductores y accesorios.

## I.3.- Líneas Aéreas.

a). Indicar los detalles de crucetas, postes y estructuras, aisladores incluyendo sus dimensiones y características principales.

b). Especificar la distancia de las vías férreas y carreteras o caminos a postes o estructuras así como la altura de conductores sobre las mismas, cuando existan cruzamientos.

c). Acotar las distancias horizontales entre fases de una línea y en su caso las distancias verticales cuando se crucen con otras.

d). Indicar el tipo y calibre de los conductores.

## I.4.- Líneas subterráneas.

a). Mostrar cortes de los ductos existentes especificando la separación entre los ductos que contengan líneas de energía respecto a los que alojan líneas de comunicación, indicando el número y el calibre de conductores, tipos de aislamientos, etc.

b). Mostrar el detalle de los soportes de los cables en cada pozo de visita.

c). Indicar la pendiente de los ductos, dimensiones de los pozos de visita, tipo de drenado y características de sus tapas.

d). En general, es necesario especificar todos aquellos detalles que permitan observar claramente este tipo de líneas.

#### I.5.- Redes de Distribución en Alta Tensión para Fraccionamientos.

a). Mostrar un diagrama unifilar de la red, indicando todos los equipos eléctricos incluyendo sus dispositivos de protección.

b). Representar en vistas físicas la ubicación de postes o estructuras, punto de entrega, herrajes, crucetas, aisladores, trayectoria de conductores, bancos de transformación y sus dispositivos de protección contra sobrecorriente y sobre tensiones, incluyendo detalles de las vistas de planta y elevación de los bancos de transformación, postes o estructuras, retenidas y cambios de dirección de conductores.

c). Anotar las especificaciones y características completas de todo el equipo y material que integran estas redes.

d). En la distribución subterránea, es necesario indicar además, registros y ductos incluyendo dimensiones y características, terminales o mufas, empalmes y detalles específicos sobre los tipos de subestación utilizados.

#### I.6.- Redes de Distribución en Fraccionamientos para Alumbrado y Servicios Domiciliarios.

a). Representar en vistas físicas, postes, herrajes, crucetas, aisladores, conductores, acometidas, retenidas, luminarias y sus dispositivos de control y protección por cada circuito.

b). Mostrar un diagrama unifilar y cuadros de distribución de cargas por cada circuito, tanto para alumbrado público, como para servicio domiciliario.

c). Anotar las especificaciones y características de todo el equipo y material que integran estas redes.

d). En las redes subterráneas, es necesario incluir además, dimensiones y características de registros y ductos, así como su profundidad respecto al nivel del piso, pasos de arroyo; empalmes, derivaciones y acometidas; localización de combinaciones interruptor contacto y ubicación de reactores en su caso.

Los planos deberán ajustarse además a las siguientes reglas:

a). Nombre, firma autógrafa, número de registro en la Subdirección General de Electricidad y domicilio del responsable del proyecto.

b). Nombre, firma autógrafa, número de registro en la Subdirección General de Electricidad y domicilio del responsable de la construcción de la obra eléctrica y la anotación correspondiente que indique que se trata del responsable de construcción eléctrica.

c). Croquis de localización de la obra eléctrica, especificando la población, colonia, calles, carreteras, caminos, etc.

d). Relación de símbolos eléctricos, utilizando de preferencia aquellos que estén normalizados.

e). Número de autorización para su venta, distribución y utilización de los equipos, materiales y accesorios eléctricos a utilizar.

f). Escala a la que se hacen los dibujos.

## II.- MEMORIA TÉCNICO-DESCRIPTIVA.

La memoria técnico-descriptiva, es parte integrante del proyecto, y se constituye por los cálculos de diseño, métodos de construcción, especificaciones de materiales, equipos, dispositivos y accesorios de la instalación eléctrica, la que deberá contener los siguientes datos generales.

a). Describir en términos generales la instalación eléctrica de que se trate, especificando las características del servicio requerido para energizarla, condiciones ambientales en las que operará, criterios fundamentales de los que se parte para su diseño, tomando en cuenta las carga por abastecer, régimen o diversidad de trabajo, etc.

b). Criterios para la selección y localización de dispositivos de control, protección, conductores, canalizaciones, medios de desconexión, etc.

c). Métodos de trabajo y precauciones para ejecutar la instalación eléctrica, especificando los equipos, dispositivos y accesorios requeridos, estableciendo las exigencias para su instalación.



d). Cálculos realizados para determinar protecciones por sobrecargas, — cortocircuito, calibres de conductoras, correcciones por temperatura, caídas — de tensión, canalizaciones, etc.

Independientemente de los datos generales señalados, la memoria técnico-descriptiva, deberá cubrir los aspectos particulares que se citan cuando se trate de:

## II.1.- Subestaciones Eléctricas.

a). Tensión nominal y nivel de cortocircuito del sistema suministrador y el de utilización, especificando los ajustes de liberación de fallas por sobrecargas y cortocircuito, estableciendo los medios de extinción de arcos y capacidad interruptiva.

b). Cálculos de la red del sistema de tierras, incluyendo los métodos de conexión y pruebas de resistencia.

c). Características de los conductores que enlazan el secundario del banco de transformación con la protección principal de la carga por servir, estableciendo que dichos conductores son capaces de conducir en forma adecuada corriente de cortocircuito y la máxima permitida según los alimentos de sobrecargas del lado de alta tensión, tomando en cuenta la relación de transformación.

d). Cuando se trate de bancos de transformación en poste, se precisa indicar los criterios y cálculos eléctricos y mecánicos para la determinación de — postes, estructuras, herrajes, sistemas de tierras, etc.

## II.2.- Plantas Generadoras de Energía Eléctrica para Casos de Emergencia.

a). Describir los elementos del control de velocidad arranque y paro del primotor, sistema de enfriamiento y de lubricación, tipo de acoplamiento: (bandas, flechas, etc.)

b). Especificaciones del generador, indicando las capacidades de generación de acuerdo a la altitud sobre el nivel del mar, incluyendo los cálculos — correspondientes para la selección de conductores alimentadores y su dispositivo general de protección contra sobrecorriente y equipo de transferencia de — carga.

c). Calcular el sistema de tierras e indicar el método de conexión al — equipo, incluyendo las características de conductores y electrodos utilizados. (El valor de la resistencia a tierra no debe ser mayor de 25 ohms).

## II.3.- Líneas Aéreas.

a). Cálculos realizados para el diseño de estructuras y conductores, incluyendo las cargas verticales longitudinales y transversales con la presión —

del viento que le corresponda, según el área proyectada en superficies cilíndricas o planas, así como cambios de dirección de líneas, remates, etc.

b). En los cálculos de la línea, deben considerarse: la caída de tensión, el efecto corona, gradiente de potencial, coeficientes de seguridad en la resistencia máxima de los conductores, las flechas de los conductores a las temperaturas de  $10^{\circ}\text{C}$  y  $50^{\circ}\text{C}$ , etc.

c). De la misma manera, es necesario anotar la resistencia mecánica y esfuerzos a los que se encuentran sometidos los herrajes, soportes y aisladores, así como los factores de seguridad correspondientes. En caso de utilizar métodos gráficos, deben anexarse los Abacos y procedimientos y consideraciones correspondientes.

#### II.4.- Líneas Subterráneas.

a). Esfuerzos mecánicos a que se someterán los ductos.

b). Cálculo de conductores, factores que entran en juego.

#### II.5.- Instalaciones Eléctricas Especiales.

a). Establecer las medidas tomadas para prevenir el calentamiento de conductores por agrupamiento en edificios con más de un nivel.

b). En líneas abiertas, determinar la resistencia mecánica y esfuerzos a los que se someten los conductores, herrajes, soportes, aisladores, así como los factores de seguridad.

c). En instalaciones en ambiente inflamable, explosivo, corrosivo, húmedo o que se acumulen sobre el equipo polvos que impidan la disipación del calor, se establecerán las condiciones para prevenir las desventajas causadas por esos medios; es decir, especificación del tipo de equipo a usar en relación con la atmósfera en la que va a operar.

#### II.6.- Redes de Distribución en Alta Tensión para Fraccionamientos.

a). Anotar claramente la localización del fraccionamiento.

b). Criterios del régimen de carga para el diseño de la red.

c). Anexar cálculos de conductores, bancos de transformación, esfuerzos mecánicos de los postes de estructuras, así como factores de seguridad, aisladores, crucetas, etc.

d). Cuando se trate de redes subterráneas, especificar las características de ductos, agrupamientos de conductores, registros, empalmes y sus aislamientos, etc.

a). Capacidad de corto circuito del sistema del suministrador en el punto de entrega del servicio y cálculos correspondientes para determinar la selección de los dispositivos de protección contra sobrecorriente.

#### II.7.- Redes de Distribución en Fraccionamientos para Alumbrado Público y Servicios Domiciliarios.

a). Establecer los criterios del régimen de carga para el diseño de la red, incluyendo las caídas de tensión.

b). En redes subterráneas: indicar las condiciones para el drenado de ductos y registros, localización de empalmes y sus tipos de aislamiento.

c). Protección y control del alumbrado público y su localización.

Es importante hacer notar que los puntos señalados, no deben considerarse como la totalidad de los datos que deben contener los documentos requeridos, sino que se indican como guía general exclusivamente, debiendo incluirse en la memoria todos aquellos datos que sean necesarios para comprender el proyecto y para evitar puntos ambiguos y omisiones en las especificaciones de materiales, de equipos y sistemas.

## B.- PERSONAS CAPACITADAS PARA PROYECTAR Y CONSTRUIR OBRAS E INSTALACIONES — ELECTRICAS.

Con el objeto de cubrir los aspectos de seguridad reglamentarios en el proyecto, construcción, conservación y operación de las obras e instalaciones eléctricas, la Subdirección General de Electricidad, se apoya en un grupo de personas técnicamente capacitadas y con pleno conocimiento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, sus Reglamentos y disposiciones relativas. Para lograr lo anterior y con base en lo que al respecto estipula la Ley de la materia, la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, establece las reglas para facultar a las personas que forman el grupo de profesionales para desarrollar actividades en la industria eléctrica. El papel que deben desempeñar estos elementos es muy importante, por lo que además de tener la capacidad técnica que les dá su especialidad y conocimientos mencionados, deben poseer un alto sentido de responsabilidad, aunado a una gran integridad moral y ética profesional.

### I.- CLASIFICACION DE LAS PERSONAS TÉCNICAMENTE CAPACITADAS.

Se tienen tres categorías autorizadas de personal técnico capacitado para proyectar, ejecutar, conservar y operar obras e instalaciones eléctricas como sigue:

- A) Ingenieros
- B) Técnicos
- C) Obreros Calificados

De acuerdo con las etapas de proceso por las que pasa una instalación eléctrica, las personas capacitadas serán responsables en forma independiente — de:

- a) Proyecto
- b) Construcción

Una persona podrá hacerse cargo de una o más de las dos etapas anteriores.

Se entiende como Responsable de proyecto, aquella persona que observa en el diseño de las instalaciones eléctricas, aspectos de seguridad, funcionalidad, continuidad, flexibilidad y los costos de las alternativas correspondientes, obteniendo de esa manera el proyecto óptimo.

La persona responsable de la ejecución de las obras eléctricas, es — aquella que vigila que la construcción de dichas obras se apege al proyecto —

previamente aprobado, bajo estrictos puntos de ética profesional, empleando el material y equipo adecuado, fundamentalmente en áreas peligrosas, donde - la instalación del equipo debe realizarse con mucho mayor cuidado, tomando - en cuenta la rigurosidad de las disposiciones reglamentarias sobre esta particular. Por otra parte deberá informar a la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, de las modificaciones que pudieran surgir durante la instalación, tanto de proyecto como de programa de obras por cada una de las etapas de -- construcción, mediante una memoria técnico-descriptiva y de cálculo donde se manifiesten dichos cambios con su apropiada justificación técnica o un nuevo programa, según sea el caso. Asimismo debe estar pendiente de la práctica de inspecciones que en obras realice la Secretaría, con el objeto de que esté - presente en el ejercicio de éstas para las indicaciones y aclaraciones a que hubiere lugar.

## II.- RESPONSABILIDADES DE LAS PERSONAS TÉCNICAMENTE CAPACITADAS.

Cada categoría de persona capacitada tiene definidas limitaciones de su responsabilidad. Sin embargo, es necesario interpretar claramente las obligaciones que adquieren así como los derechos que la Secretaría les atribuye, las que se mencionan a continuación:

- a). Conocer, interpretar y cumplir debidamente los ordenamientos de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, sus Reglamentos y disposiciones relativas.
- b). Ejercer sus funciones dentro de los límites de su clasificación.
- c). Atender los requerimientos oficiales que le haga la Subdirección - General de Electricidad.
- d). Realizar los proyectos apeguándose al Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas y las especificaciones que la Secretaría indique. Debiendo ser lo más explícito posible en la elaboración de planos y memorias a fin de poder ser interpretados correctamente.
- e). Instalar solamente equipo y material eléctrico autorizado por la - Secretaría, y que ostente el No. de registro correspondiente.
- f). Coordinar con el usuario y la Subdirección General de Electricidad las visitas de inspección a las obras en las que sea responsable y en las que debe estar presente.
- g). Acatar las disposiciones y observaciones que en base a las disposiciones reglamentarias establecidas, la Secretaría le haga, en relación a la - inspección practicada.
- h). Asesorar en materia eléctrica a los usuarios, que contratan sus servicios profesionales, así como orientarlos sobre el cumplimiento de las disposiciones reglamentarias.

### C.- PRUEBAS A REALIZAR AL TÉRMINO DE UNA OBRA ELÉCTRICA.

La siguiente, es una lista de las pruebas que deben realizarse por el constructor (contratista de obra eléctrica), al término de la obra, y de preferencia en presencia de representantes del usuario de las instalaciones. El modo de realizar las pruebas deberá apegarse a las normas mexicanas sobre la materia, y de no existir estas, conforme a las normas internacionales que reconozca la Secretaría. Deberá extenderse una constancia escrita del resultado de las citadas pruebas.

- I.- Prueba de Rigidez Dieléctrica (resistencia de aislamiento)
- II.- Prueba de Continuidad de la Instalación.
- III.- Prueba de Continuidad del Sistema de tierras.
- IV.- Prueba de la resistencia a tierra de electrodos.
- V.- Pruebas de Operación:
  - V-1. Prueba de funcionamiento de protecciones controladores de circuitos y interruptores.
  - V-2.- Prueba de tensión nominal en todas las salidas (especialmente las más alejadas), es decir, comprobación de la caída de tensión.
  - V-3.- Prueba de intensidad de corriente en las fases (alimentadores generales), desbalanceo, intensidad de corriente en el neutro.
  - V-4.- Prueba de elevación de temperatura en alimentadores y circuitos derivados en condiciones normales.
  - V-5.- Prueba del nivel de ruido de equipos, sistemas y accesorios.
- VI.- Pruebas de Operación de Emergencia.
  - VI-1. Prueba de funcionamiento del interruptor de transferencia y del sistema automático de arranque.
  - VI-2. Prueba de funcionamiento normal (eléctrico y mecánico), de las plantas de emergencia.
  - VI-3. Prueba de carga y descarga de baterías.
  - VI-4. Prueba de los sistemas de alumbrado de emergencia.
  - VI-5. Prueba de otros sistemas de emergencia (alarmas, equipo con-

tra incendio, detección de humos o vapores, bloques de seguridad, etc.)

## VII.- Pruebas a equipos.

### VII-1. Transformadores

- a) Prueba de rigidez dieléctrica de aislamientos sólidos (boquillas) y de aislamientos líquidos (aceite, askarel, silicona, etc.)
- b) Prueba en vacío (corriente de excitación y pérdidas).
- c) Prueba de elevación de temperatura en condiciones normales.
- d) Prueba del combinador de derivaciones y medición de tensión secundaria.

### VII-2. Subestaciones

- a) Prueba de funcionamiento de seccionadores e interruptores.
- b) Prueba de enlaces y bloques eléctricos o mecánicos.

### VII-3. Motores:

Prueba de funcionamiento normal (arranque, plena carga, - paro) y elevación de temperatura.

### VII-4. Luminarias:

Prueba de funcionamiento normal; medición del nivel de iluminación.

### VII-5. Soldadores, grúas, elevadores, montacargas y otros equipos especiales:

Pruebas de funcionamiento normal (arranque, plena carga, sobrecarga, paro, elevación de temperatura, etc.)







centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



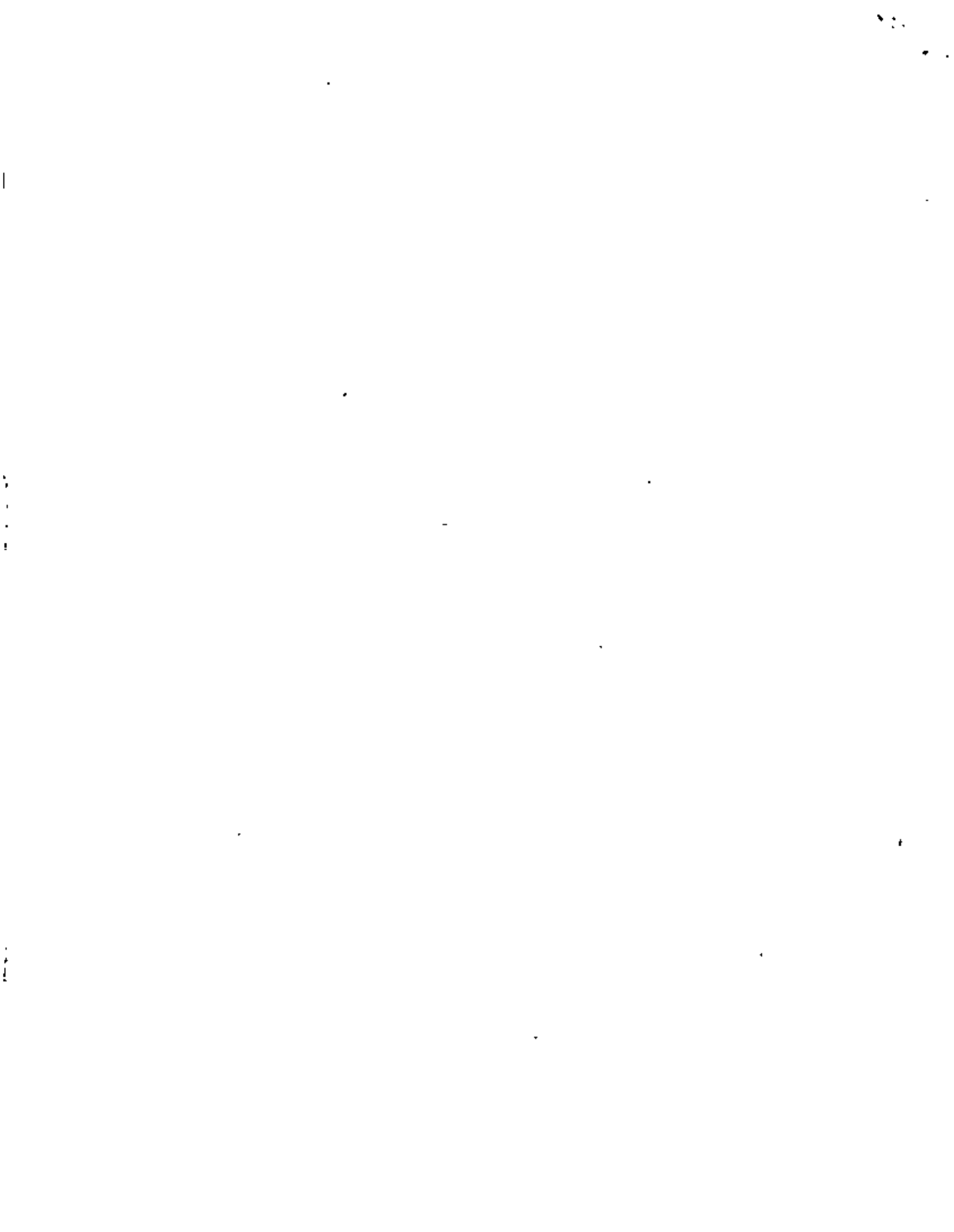
INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SISTEMAS DE PROTECCION VS DESCARGAS  
ATMOSFERICAS.

- láminas -

Ing. Ignacio González Castillo

12 Noviembre, 1980



FORMACION DE LA CONCENTRACION  
DE CARGA EN LA ATMOSFERA



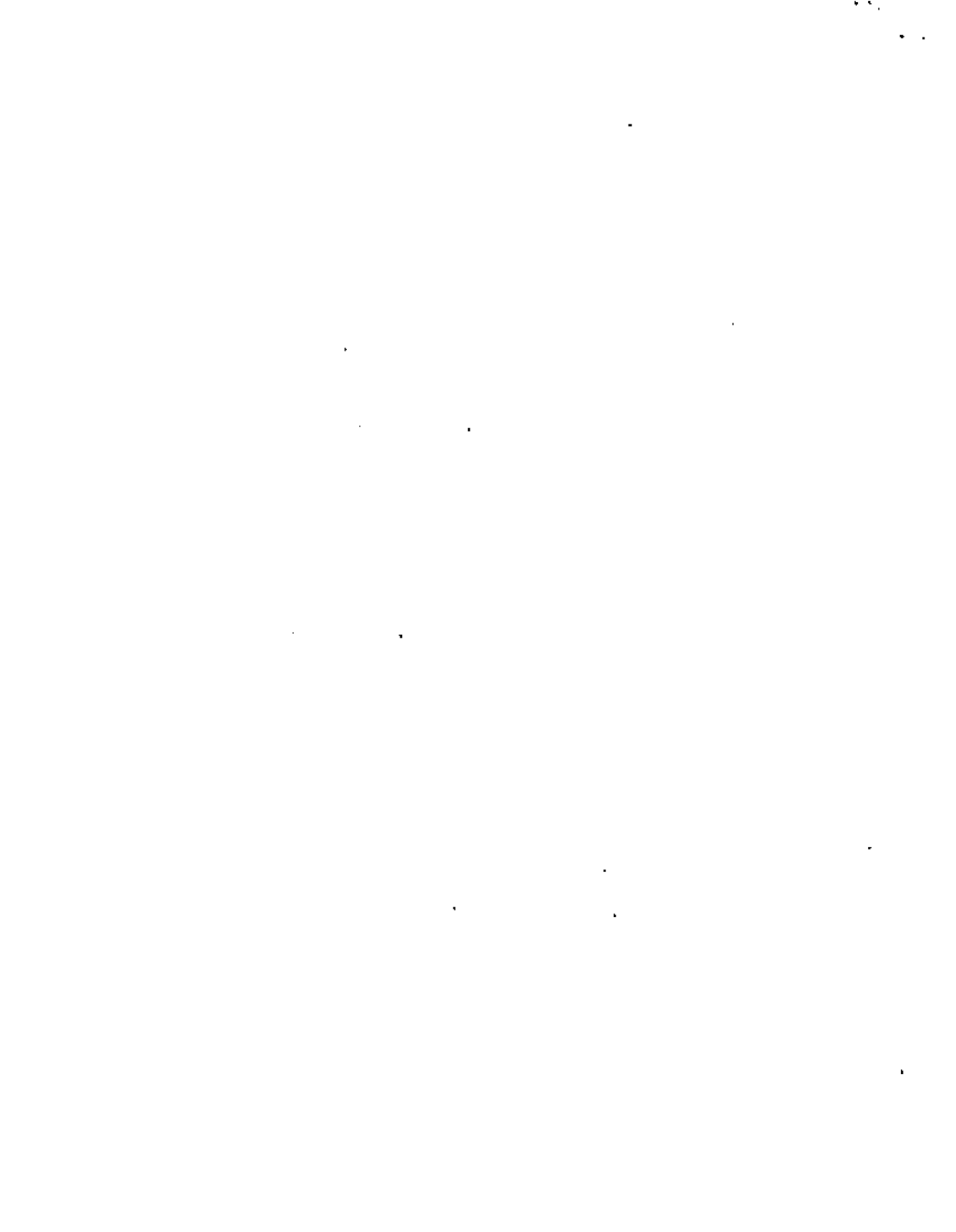
ACUMULACION DE PARTICULAS DE  
AGUA QUE SE HAN CARGADO  
ELECTROSTATICAMENTE

TURBULENCIA  
ATMOSFERICA

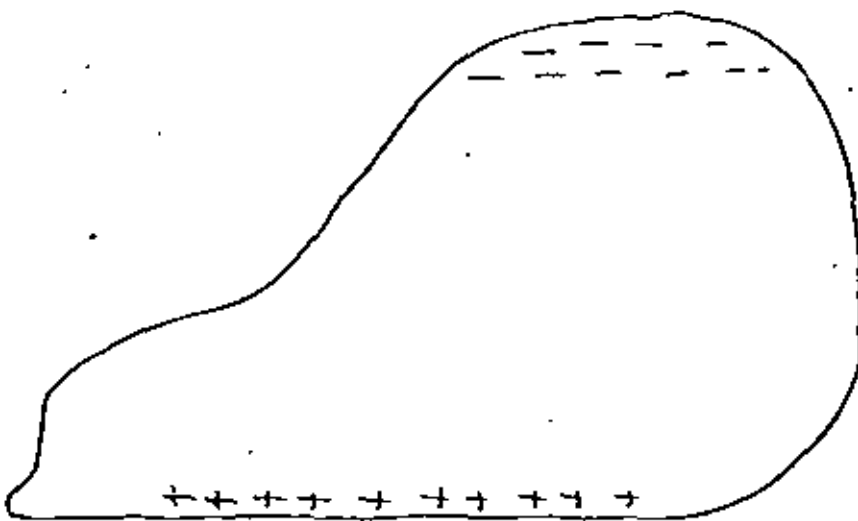
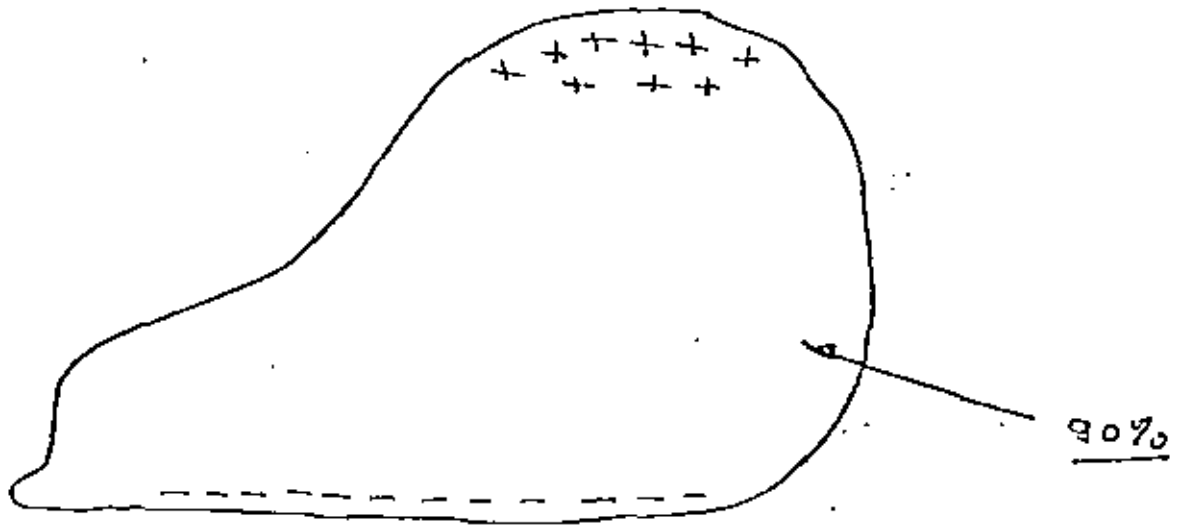
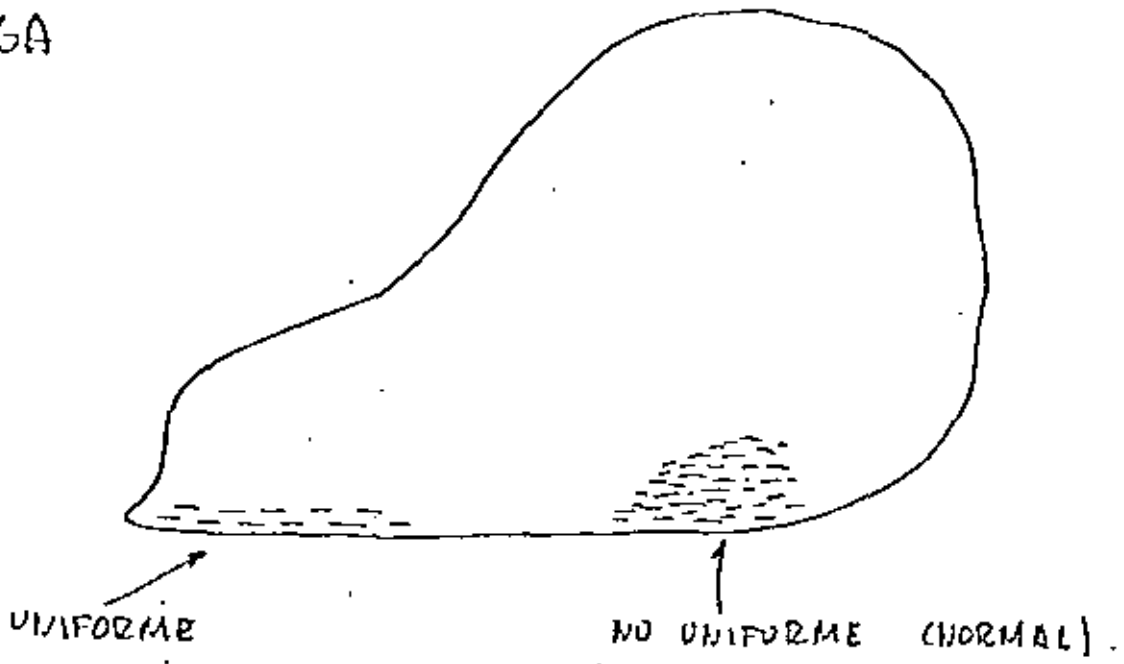
MOVIMIENTO

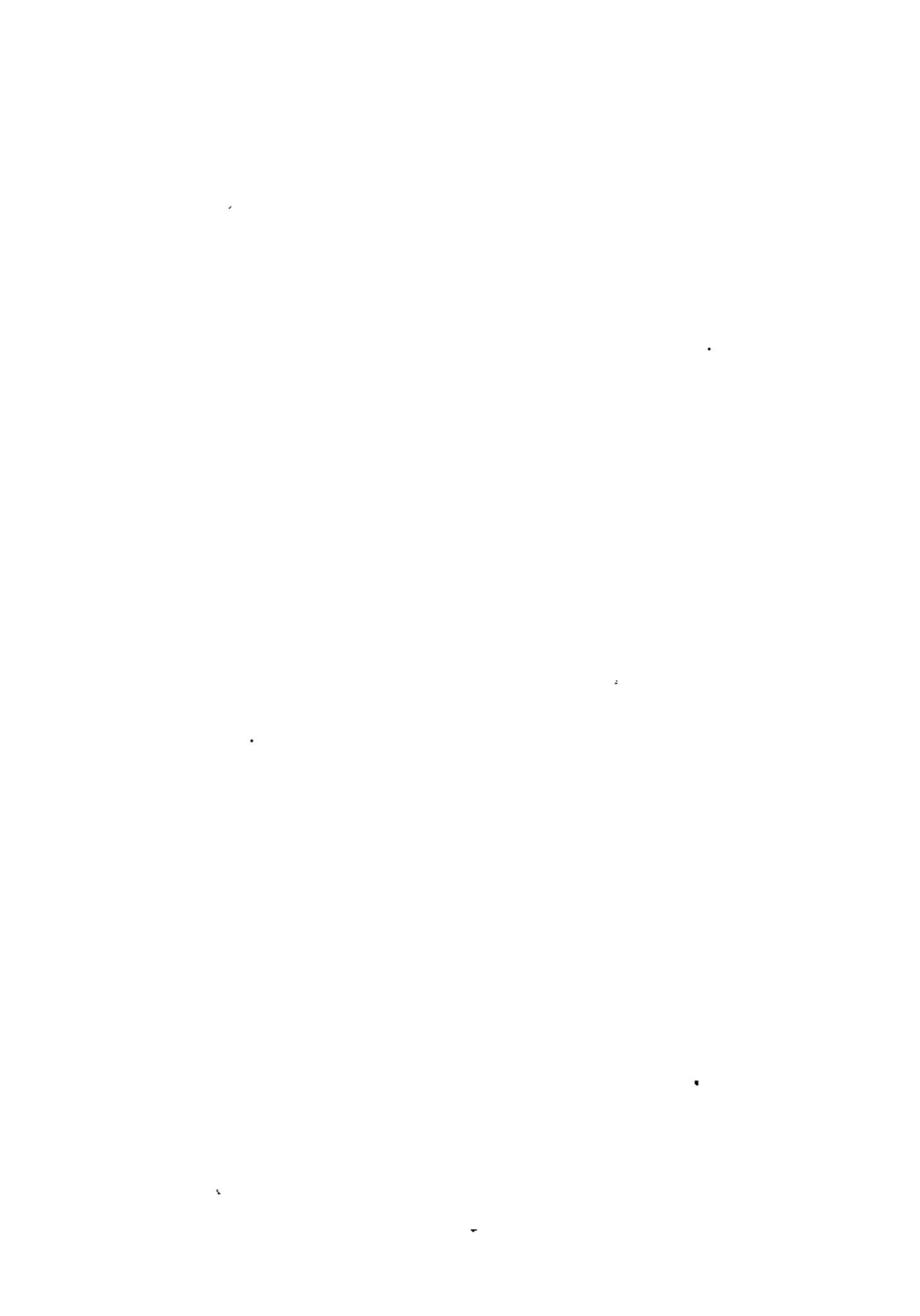
FRICCION  
MUTUA

PARTICULAS DE  
AGUA CARGADAS

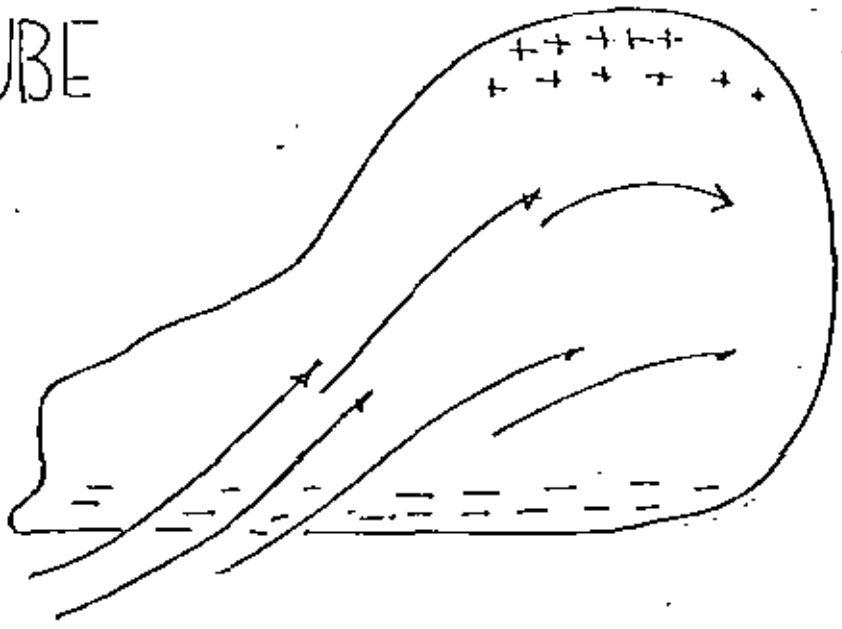


# TIPOS DE CARGA

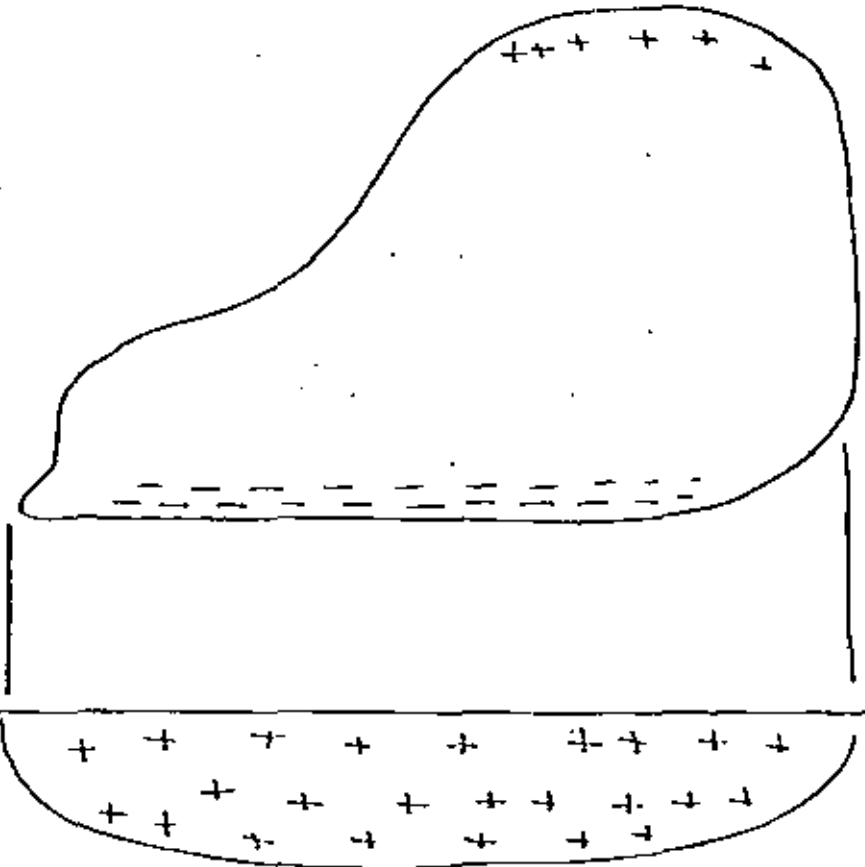




# CARGAS EN UNA NUBE



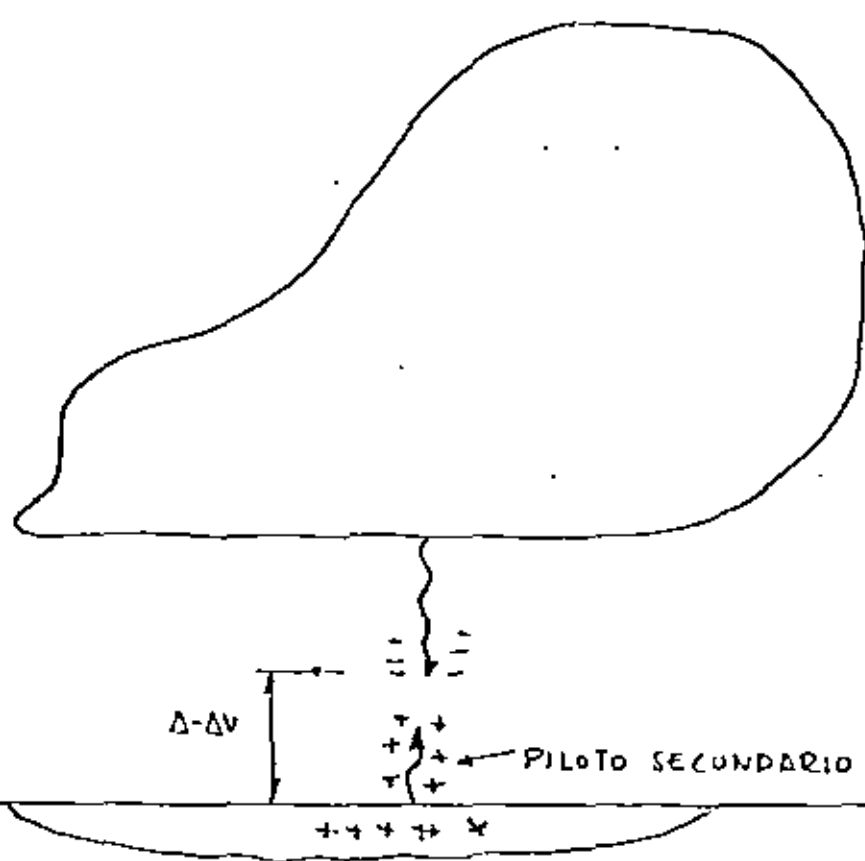
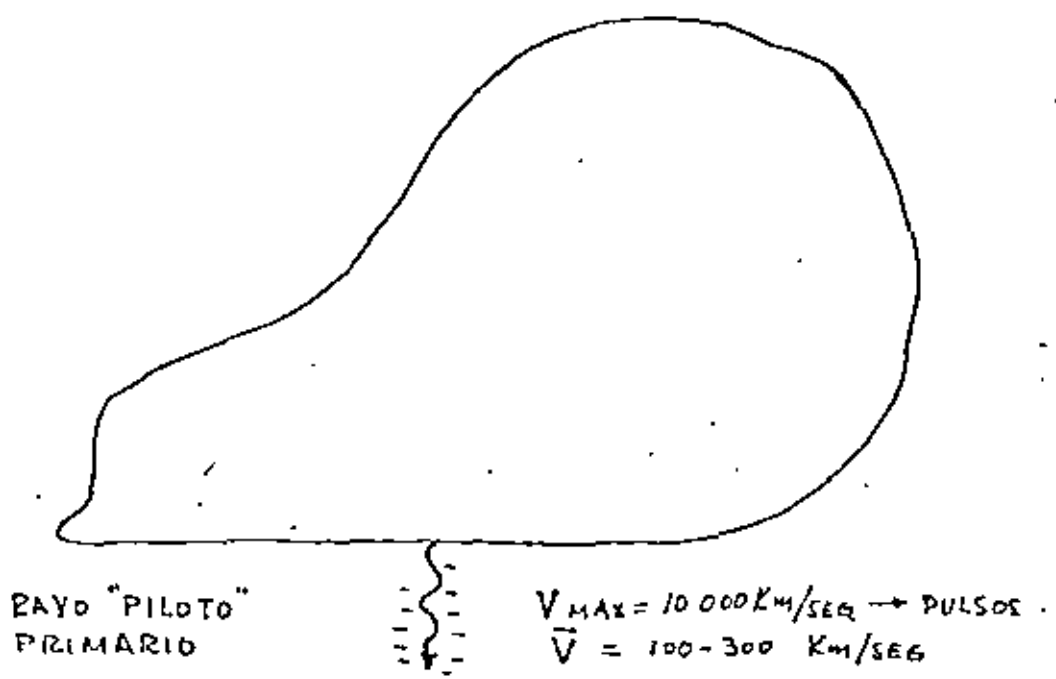
1) EN LA NUBE



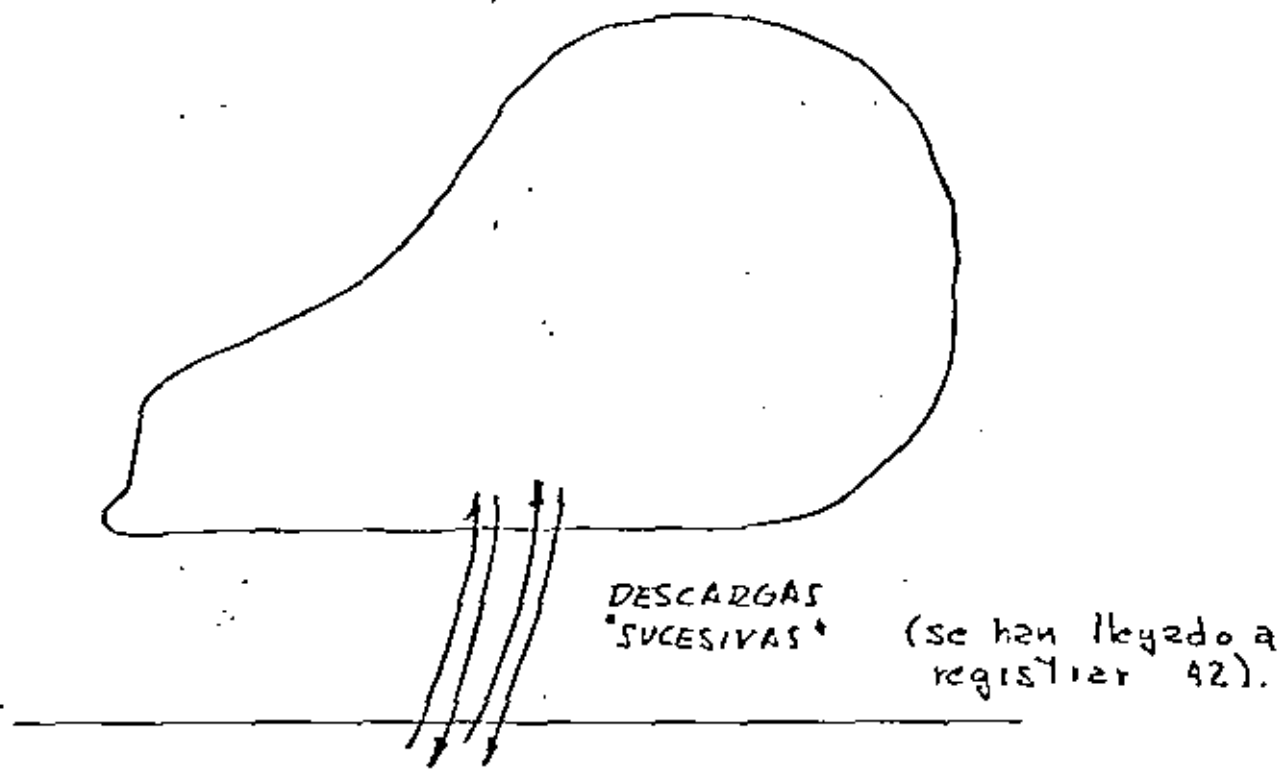
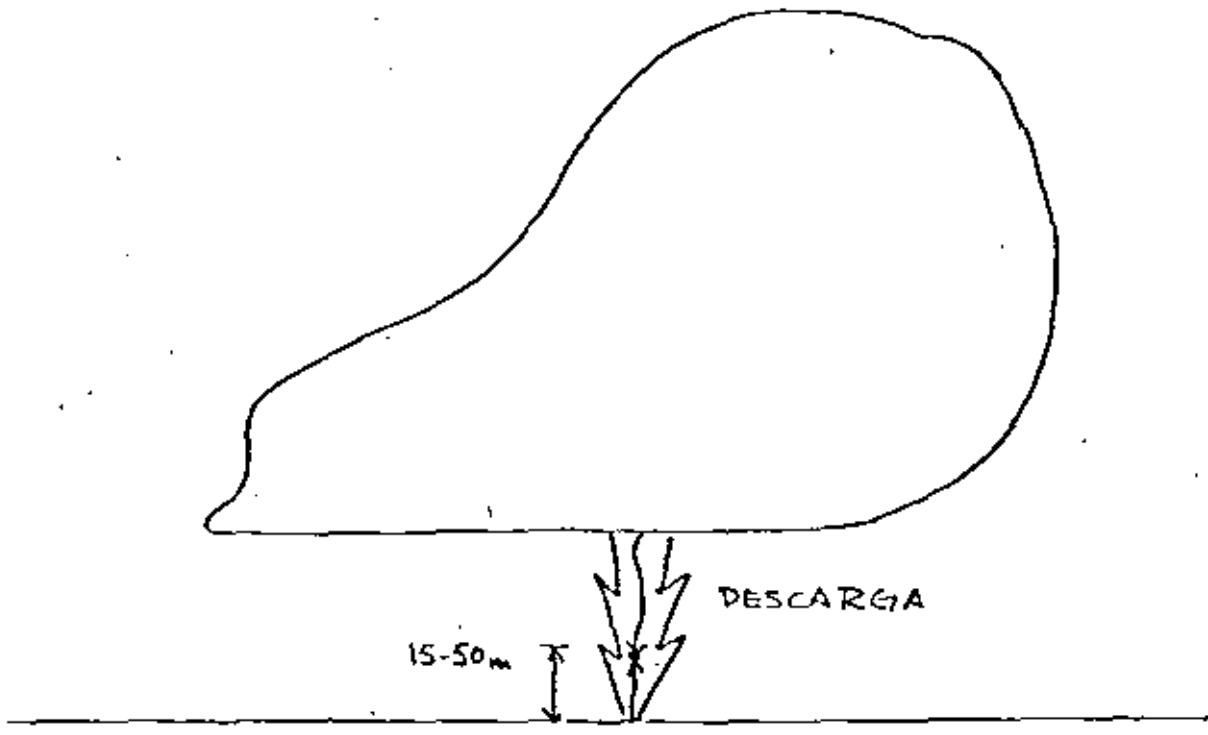
2) INDUCIDA EN TIERRA













# MAGNITUDES de UNA DESCARGA

VARIABLES

- INTENSIDAD DE CORRIENTE → 10-20 KA
- DIFERENCIA DE POTENCIAL → 100-600KV
- DURACION Y NUMERO → FUNCION N° DESCARGAS  
50% - 1 sola, 20% > 10
- ENERGIA

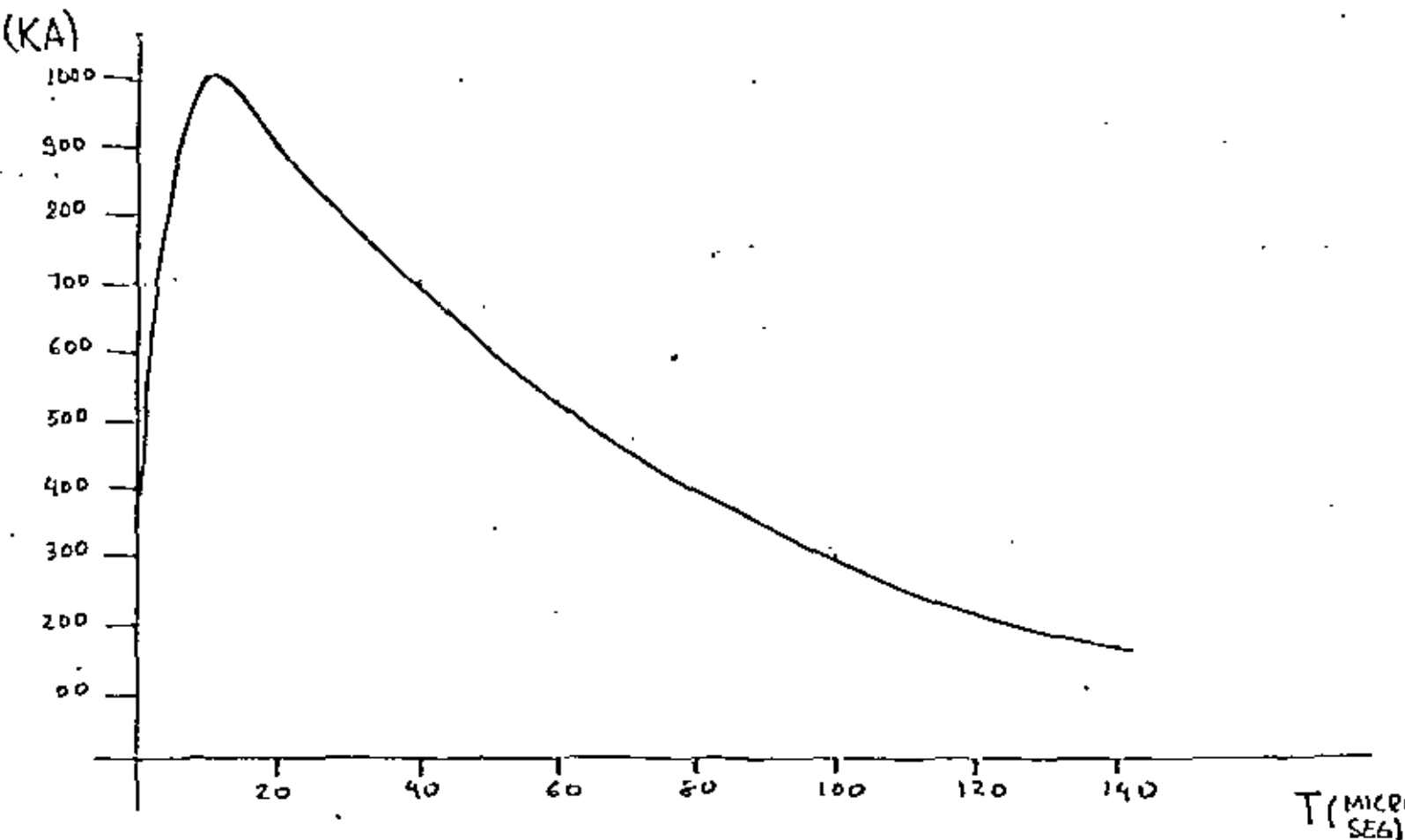
↳ CADA DESCARGA MAX. 100 COULOMBIOS

↓  
20 KWH

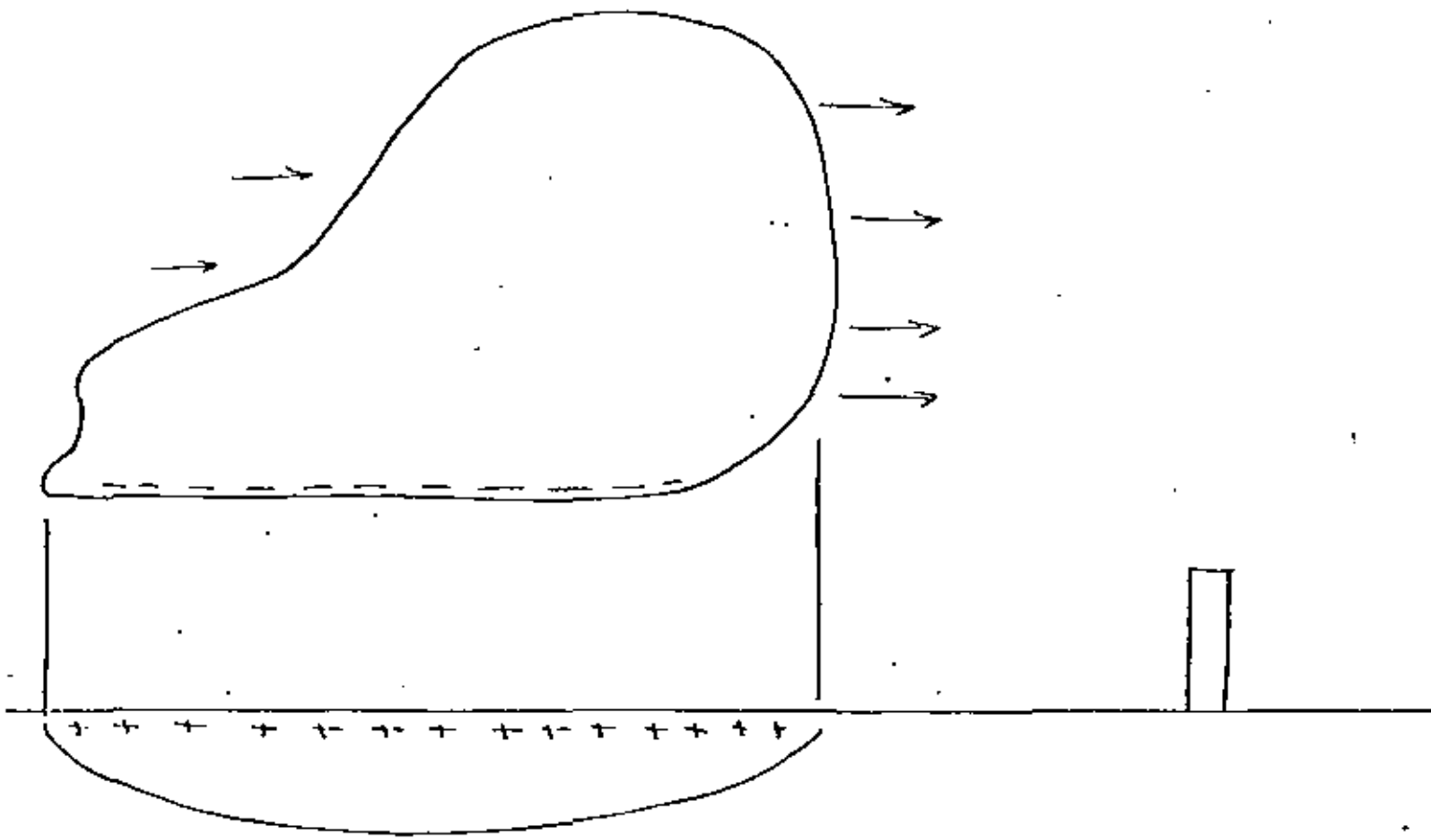
↓  
COMO t es CORTO

↓  
POTENCIA DE L  
ORDEN DE 1000's KW.

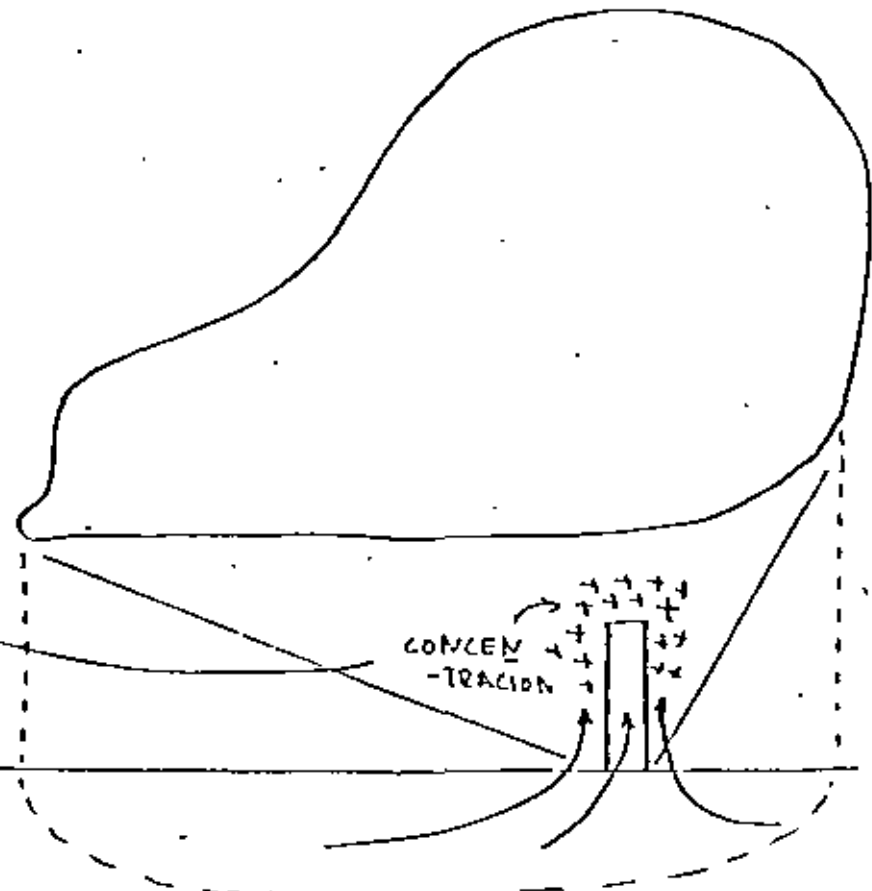
## ONDA CONVENCIONAL







AUMENTA  $\Delta V$   
 AUMENTA POSIBILIDAD  
 DE DESCARGA  
 DE AQUI PARTIRA  
 PILOTO SECUNDARIO

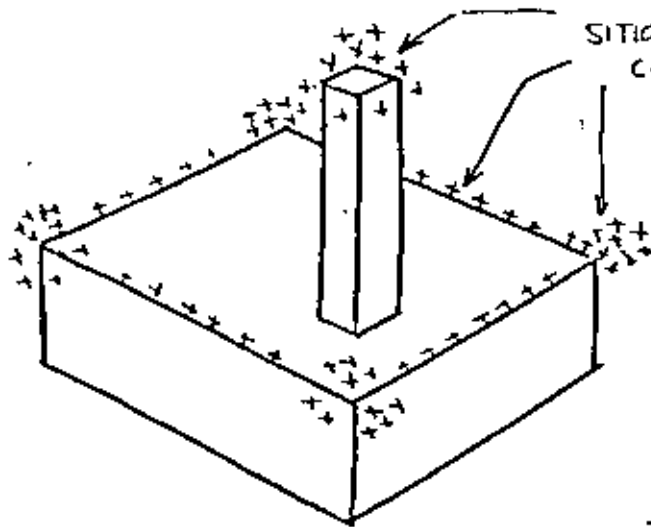




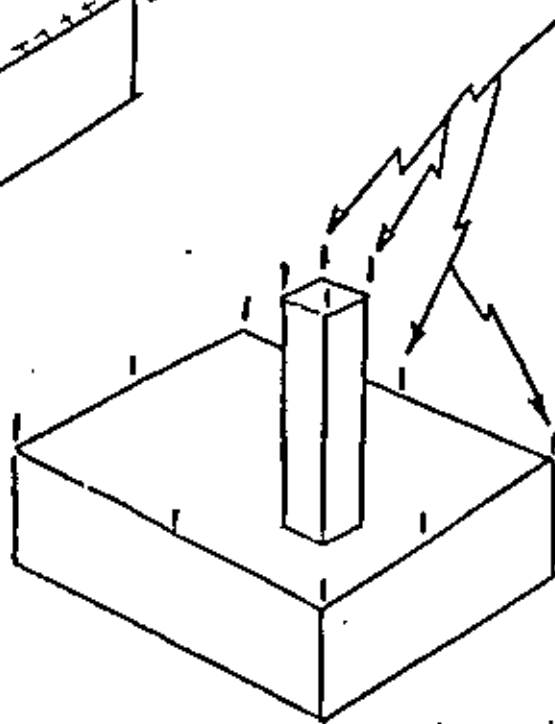


# SISTEMA FARADAY :-

- PRINCIPIO:
- ELEMENTOS RECEPTORES EN LOS SITIOS DE CONCENTRACION ELECTROSTATICA.
  - BLINDAJE ELECTROSTATICO



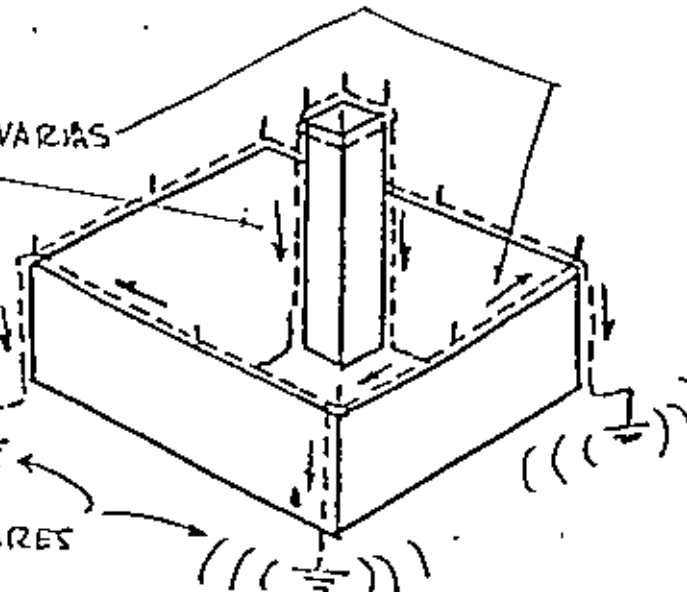
SITIOS EN LOS QUE SE CONCENTRA LA CARGA

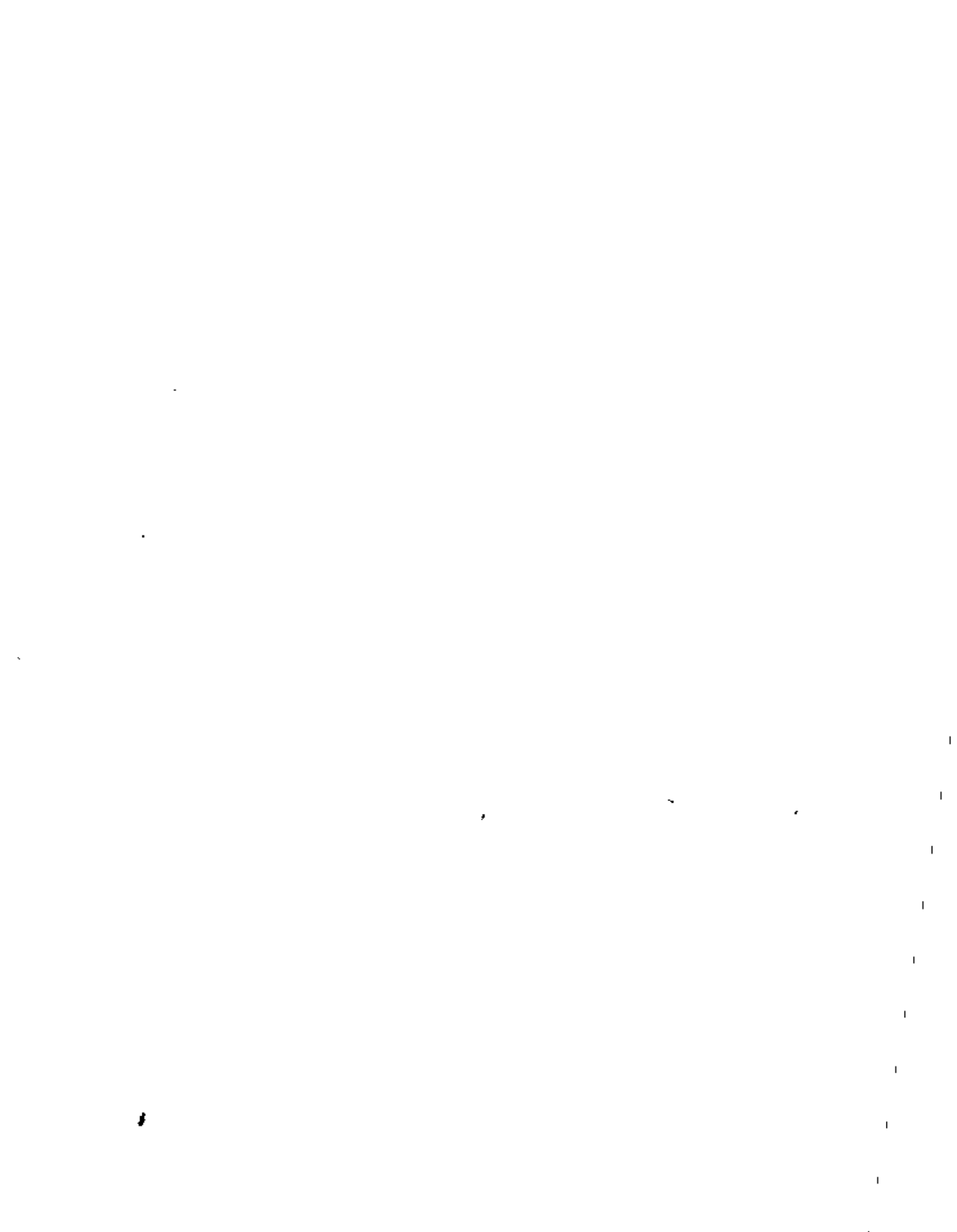


SITIOS EN LOS QUE SE RECIBE LA DESCARGA

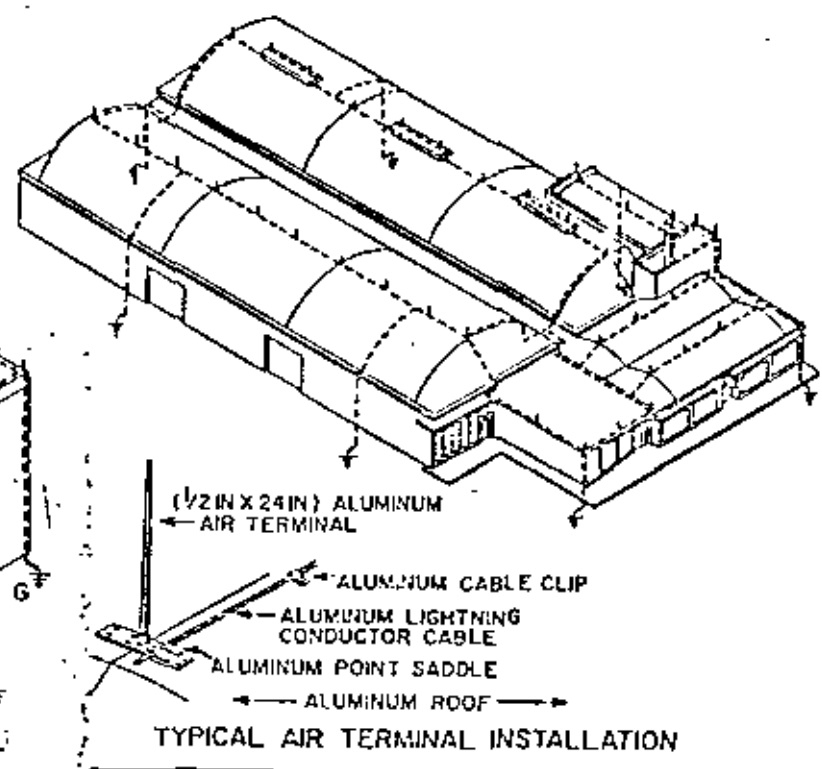
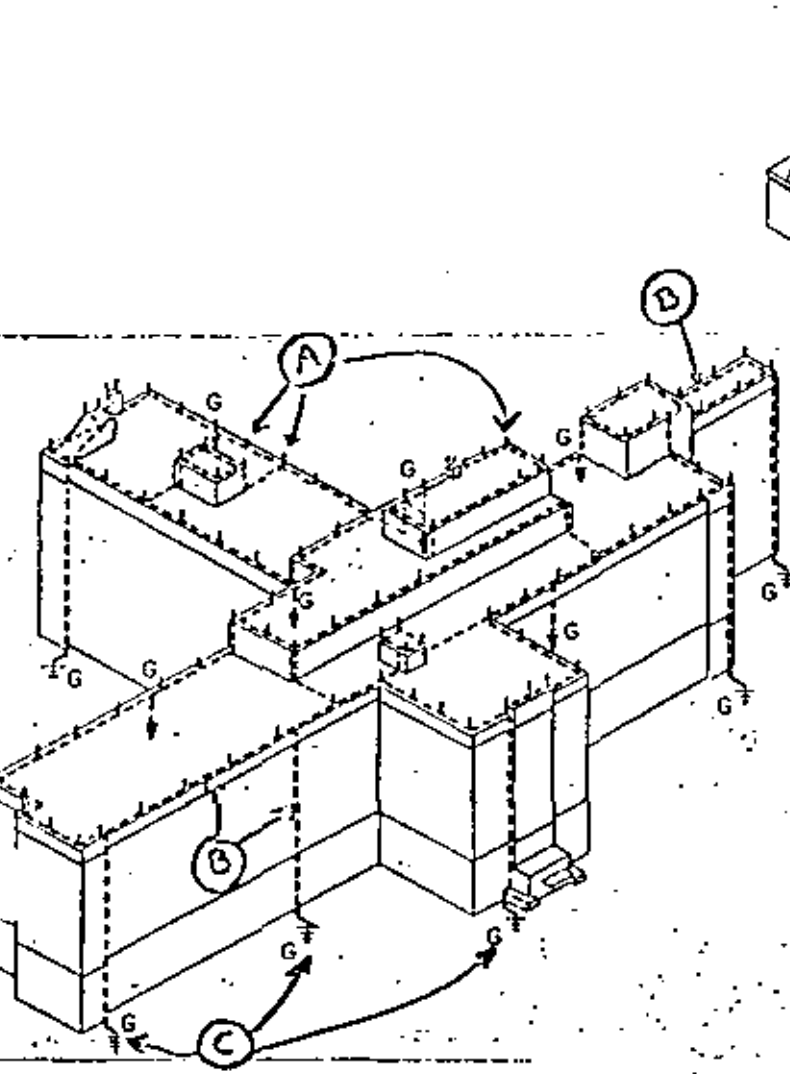
TRAYECTORIAS VARIAS A TIERRA

DISPERSORES VARIOS





SISTEMA FARADAY. EJEMPLOS



VENTAJAS:-

- SEGURIDAD
- REGLAMENTADO → (1904).
- EXPERIMENTADO (1904-1973)
- NORMALIZADO :
  - UNDERWRITER'S LABORATORIES  
↳ UL96A
  - NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION  
↳ NFPA-78
  - ANSI. - • IEEE



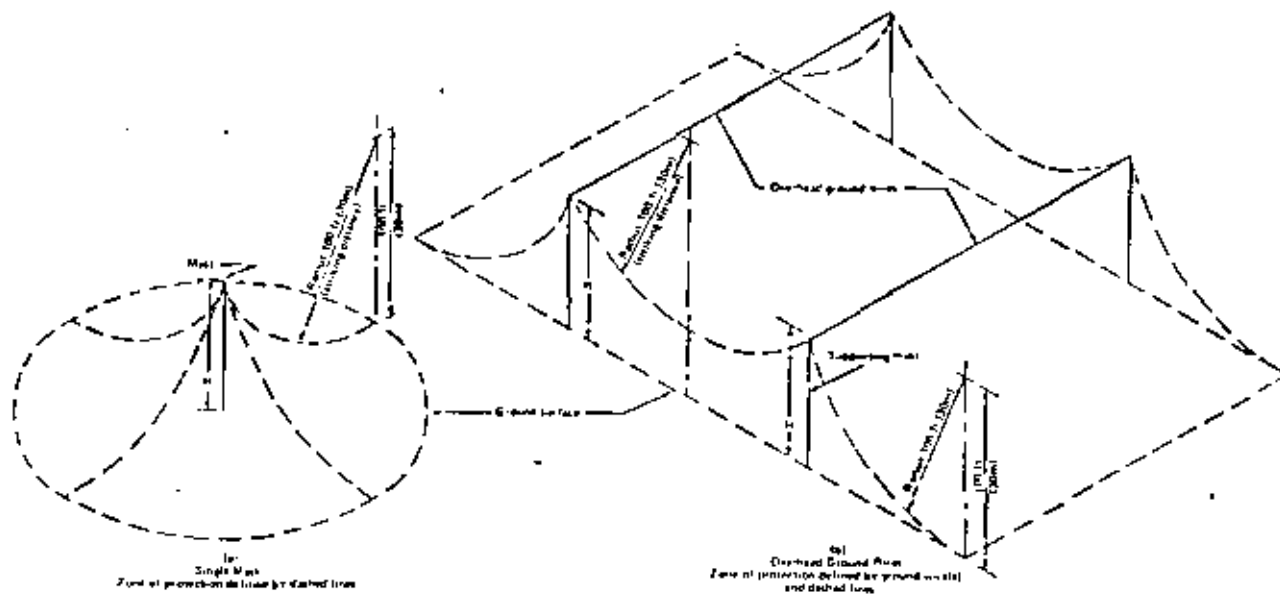


Figure 6-3.3.2. Zone of Protection for Mast Height "H" Exceeding 50 Feet (15m).



# FRECUENCIA TORMENTAS

•) REGISTRO ESTADISTICO CONFIABLE  
↳ MEX - (?)

•) INCIDENCIA : 25,000 -- 40,000 DESCARGAS  
DIARIAS

•) PRESENTACION DATOS:

CURVAS ISOCERAUNICAS - LOCALIZAN

ZONAS EN QUE SE REGISTRAN LA  
MISMA CANTIDAD DE DIAS AL AÑO  
EN QUE HAN OCURRIDO DESCARGAS  
ATMOSFERICAS.

EJEMPLO:-

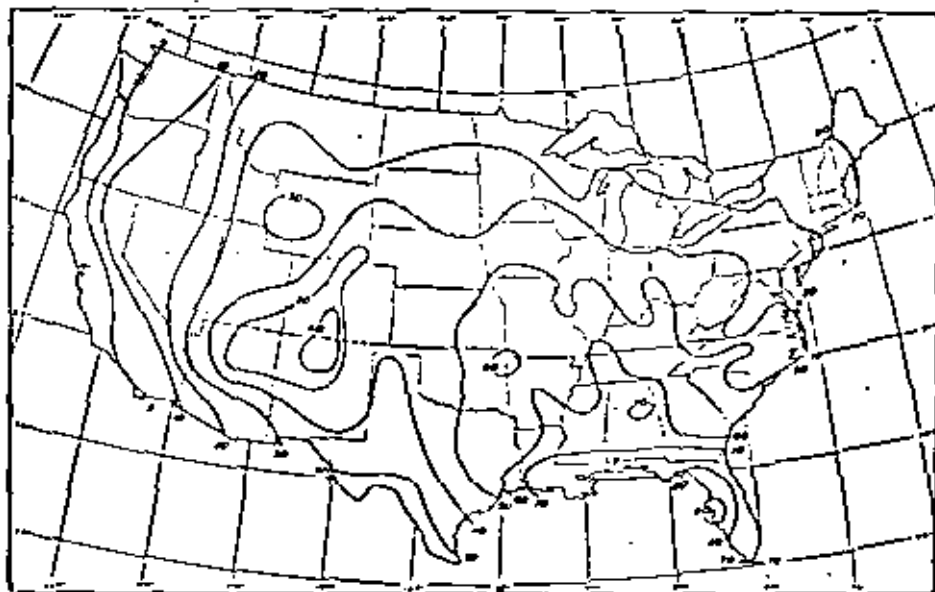


Fig. 5. US Weather Bureau's Map of the United States, with zone-lines showing number of days per year having thunder storms. Locations between lines can be interpolated - for example, if you live in Hartford, Conn. you have about 25 thunder-storm days per year; Philadelphia, Pa., 38; Kansas City, Mo., 55; Dallas, Texas, 52; etc.

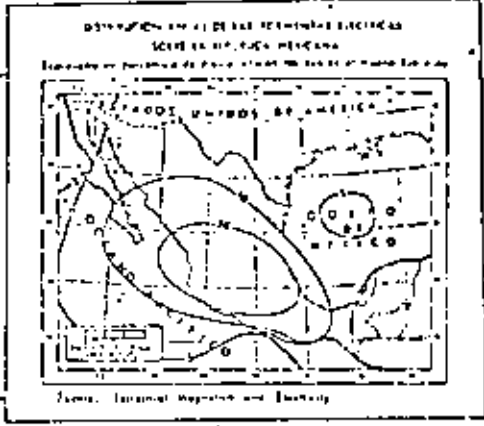




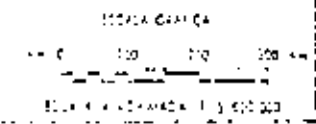
# NUMERO DE DÍAS AL AÑO CON TORMENTAS ELÉCTRICAS

PERIODO 1941 - 1970

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA



LÍNEA DE FRONTERA INTERNACIONAL  
 CAPITAL DE LOS ESTADOS UNIDOS  
 CAPITAL DE LOS ESTADOS MEXICANOS  
 CIUDADES  
 LÍNEA DE FRONTERA INTERNA CON EL OCEANO PACÍFICO AL SURESTE DE LOS ESTADOS UNIDOS  
 LÍNEA DE FRONTERA INTERNA CON LOS ESTADOS MEXICANOS



CLAVE:

Numero promedio de días con tormenta
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100





centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

CONDUCTORES: CONDICIONES DE DISEÑO

ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON

OCTUBRE, 1980



## QUINTA SESION

ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON

### CONDUCTORES ELECTRICOS:

Condiciones de diseño

- Características de un conductor
- Capacidad permisible
- Cálculo de la Caída de potencial
- Aislamientos
- Resistencia mecánica

,

,

,

,

## Características de un conductor eléctrico

Los conductores eléctricos se clasifican en:

- a) desnudos
- b) aislados para bajo voltaje (hasta 1000 volts)
- c) aislados para alto voltaje (arriba de 2500 volts)

El material del elemento conductor es generalmente cobre o aluminio y se construye en forma de alambre o cable.

Cuando los conductores desnudos se utilizan en líneas aéreas, pueden llevar alma de acero para aumentar su resistencia a la tensión.

Los materiales aislantes utilizados son generalmente compuestos termoplásticos, termofijos, elastoméricos o poliméricos.

## Construcción

El aislamiento de los conductores para bajo voltaje se construye directamente extruido sobre el elemento conductor y generalmente no lleva ninguna protección exterior.

La construcción de los conductores para alto voltaje es más compleja, y generalmente consta de varias capas, listadas de afuera hacia adentro:

- chaqueta exterior
- pantalla de cinta de cobre
- cinta semiconductor
- aislamiento
- capa conductora
- conductor

## Capacidad permisible

La capacidad de corriente de un conductor es el valor de la --

corriente eléctrica, en amperes, que puede conducir sin exceder una temperatura de operación prefijada. El aumento de temperatura está regulado por la pérdida eléctrica ( $RI^2$ ) en la resistencia del conductor, la cual se incrementa al aumentar la temperatura y por la capacidad de disipación de calor de las capas aislantes y del medio ambiente en que está instalado el conductor.



4  
Especificaciones para Cable de Cobre Duro, Semi-Duro y Suave

Calibre MCM AWG	Torsión Clase	No. de Filos	Área mm <sup>2</sup>	Peso Aprox. Kg/Km	Diámetro Exterior Aprox. mm	Amperios	DURO		SEMI-DURO		SUAVE	
							Resistencia 20°C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos	Resistencia 20°C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos	Resistencia 20°C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos
1000	B-A	61	500	4595	20.31	1300	0.0361	21788	0.0359	12281	0.0347	12256
1000	AA	37	500	4595	30.05	1300	0.0361	19880	0.0359	12281	0.0347	13180
900	B-A	61	456	4135	27.81	1200	0.0401	19731	0.0399	12166	0.0385	12630
900	AA	37	456	4135	36.02	1200	0.0401	19226	0.0399	12166	0.0385	11856
800	B-A	61	405	3676	26.22	1100	0.0451	17605	0.0449	11922	0.0434	10806
800	AA	37	405	3676	36.82	1100	0.0451	15930	0.0449	11505	0.0434	10546
750	B-A	61	380	3448	25.30	1000	0.0481	15693	0.0479	11021	0.0463	9942
750	AA	37	380	3448	25.22	1000	0.0481	15150	0.0479	11002	0.0463	9079
700	B-A	61	354.2	3216	24.52	1000	0.0516	14745	0.0513	11278	0.0496	9333
700	AA	37	354.2	3216	24.48	1000	0.0516	14139	0.0513	11072	0.0496	9226
650	B-A	61	329.1	2988	23.03	900	0.0555	13700	0.0552	10911	0.0534	8690
650	AA	37	329.1	2988	23.00	900	0.0555	13213	0.0552	10900	0.0534	8539
600	B	61	304.0	2757	22.73	810	0.0602	12447	0.0598	10725	0.0578	8080
600	A-AA	37	304.0	2757	22.63	810	0.0602	12256	0.0598	10725	0.0578	7911
550	B	61	278.6	2528	21.67	605	0.0656	11701	0.0653	10500	0.0531	7234
550	A-AA	37	278.6	2528	20.05	605	0.0656	11204	0.0653	10200	0.0531	7019
500	B-A	37	253.2	2298	20.70	600	0.0721	10711	0.0716	7961	0.0594	6591
500	AA	19	253.2	2298	20.60	600	0.0721	9957	0.0716	7961	0.0594	6501
450	B-A	37	228.0	2061	19.61	700	0.0802	9276	0.0793	7012	0.0771	5833
450	AA	19	228.0	2060	19.59	700	0.0802	8959	0.0790	7012	0.0771	5933
400	B-AA	19	202.8	1839	18.49	700	0.0902	8310	0.0890	6400	0.0808	5271
400	A-AA	19	202.8	1838	18.44	700	0.0902	8079	0.0888	6200	0.0808	5271
350	B	37	177.2	1609	17.30	670	0.103	7285	0.103	5000	0.0931	4799
350	A	19	177.2	1609	17.22	670	0.103	7072	0.103	5000	0.0931	4610
300	AA	12	152.0	1379	16.03	670	0.113	6838	0.113	4800	0.0900	4613
300	B	37	152.0	1379	16.00	670	0.120	6291	0.120	4800	0.116	4115
300	A	19	152.0	1379	15.96	670	0.120	6128	0.120	4700	0.116	3954
300	AA	12	152.0	1379	16.69	670	0.120	5974	0.120	4700	0.116	3954
250	B	37	126.6	1149	14.00	570	0.144	5244	0.144	4000	0.139	3409
250	A	19	126.6	1149	14.58	570	0.144	5153	0.144	4000	0.139	3295
250	AA	12	126.6	1149	15.24	570	0.144	5049	0.144	4000	0.139	3295
40	B	19	107.2	972.2	13.41	460	0.170	4362	0.170	3100	0.164	2989
40	A-AA	7	107.2	972.2	13.26	460	0.170	4152	0.170	3100	0.164	2789
30	B	19	85.0	771.3	11.94	420	0.214	3492	0.214	2500	0.207	2301
30	A-AA	7	85.0	771.3	11.78	420	0.214	3341	0.214	2500	0.207	2212
20	B	19	67.43	611.4	10.64	360	0.270	2791	0.270	2100	0.261	1825
20	A-AA	7	67.43	611.4	10.50	360	0.270	2628	0.270	2100	0.261	1755
10	B	19	53.48	484.9	9.45	310	0.340	2232	0.340	1700	0.329	1447
10	A-AA	7	53.48	484.9	9.35	310	0.340	2155	0.340	1700	0.329	1391
1	B	19	42.41	383.0	8.00	270	0.420	1768	0.420	1400	0.415	1148
1	A	7	42.41	383.0	8.00	270	0.420	1725	0.420	1400	0.415	1148
1	AA	3	42.41	383.0	9.11	270	0.420	1642	0.420	1400	0.414	1148
2	B-A	7	31.62	304.0	7.42	250	0.500	1361	0.500	1100	0.490	910
2	AA	3	31.62	304.0	8.13	250	0.500	1321	0.500	1100	0.490	875
3	B-A	7	26.67	240.7	6.00	200	0.660	1104	0.660	900	0.657	722
3	AA	3	26.67	240.7	7.26	200	0.660	1070	0.660	900	0.657	722
4	B-A	7	21.15	190.8	5.89	150	0.850	870	0.850	700	0.845	572
4	AA	3	21.15	190.8	6.45	150	0.850	852	0.850	700	0.845	550
5	B	7	16.76	152.1	5.23	120	1.00	681	1.00	550	0.99	454
6	B	7	14.39	119.9	4.67	100	1.20	550	1.20	450	1.19	360
7	B	7	13.55	95.68	4.16	110	1.25	443	1.25	400	1.24	286
8	B	7	11.37	75.08	3.71	90	1.50	353	1.50	350	1.49	226
9	B	7	9.76	60.16	3.30	80	1.70	280	1.70	300	1.69	180
10	B	7	8.26	47.73	2.95	70	2.00	223	2.00	250	1.99	142

\* Las capacidades de los cables están calculadas para 25°C en el conductor, 25°C Temperatura ambiente, un factor de emisión (cobre opaco), y un viento de 0.6 mts./seg. en dirección perpendicular al eje del cable.

## Conductores (Resistencia de Cobre)

Estos conductores son utilizados en instalaciones aéreas de distribución de energía en alta y alta tensión, en buses de subestaciones y sistemas de línea.

### ⊗ Especificaciones para Alambre Estructo Duro, Semi-Duro y Suave

Calibre A.V.G.	DIAMETRO NOMINAL		SECCION TRANSVERSAL		Peso en Kilos por km.	DURO		SEMI-DURO		SUAVE	
	mm.	pulg.	mm. cuadrados	mm. circulares		Resistencia en OHMS por km. a 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en kilos Mínima	Resistencia Máxima OHMS por Km. 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en Kilos Mínima	Resistencia en OHMS por km. a 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en Kilos Mínima
4/0	11.684	.4600	107.20	211.600	953.0	.16562	3693.665	.16467	3166.128	.16630	2710.888
3/0	10.404	.4096	85.03	167.800	756.0	.20870	3049.090	.20765	2570.551	.20276	2152.332
2/0	9.206	.3648	67.43	133.100	599.0	.26317	2603.118	.26182	2086.103	.25568	1703.897
1/0	8.251	.3219	53.48	106.500	475.0	.33171	2048.911	.33006	1691.928	.32242	1353.542
1	7.348	.2893	42.41	83.690	377.0	.42292	1672.876	.42062	1371.886	.40651	1103.155
2	6.544	.2576	33.03	66.370	299.0	.53316	1362.160	.53053	1111.320	.51282	874.994
3	5.827	.2294	27.67	52.640	237.1	.67227	1106.330	.66866	899.947	.64635	694.008
4	5.189	.2043	21.15	41.740	184.0	.84781	893.592	.84321	716.502	.81532	550.216
5	4.621	.1819	16.77	33.100	149.0	1.0633	721.677	1.0633	573.350	1.0279	433.317
6	4.115	.1620	13.30	26.250	118.0	1.3478	580.600	1.3409	458.136	1.2963	348.651
7	3.665	.1443	10.55	20.820	93.8	1.6964	467.208	1.6910	365.873	1.6345	274.428
8	3.264	.1285	8.346	16.610	74.4	2.1434	374.673	2.1323	292.473	2.0611	217.637
9	2.906	.1144	6.634	13.000	59.0	2.7028	299.920	2.6837	233.241	2.5988	172.595
10	2.588	.1019	5.201	10.380	46.8	3.4080	240.045	3.3892	186.157	3.2773	139.430
11	2.305	.09074	4.172	8.234	37.1	4.2981	191.827	4.2751	148.509	4.1340	112.496
12	2.053	.08081	3.300	6.530	29.4	5.4202	152.863	5.3906	118.661	5.2102	89.1
13	1.828	.07190	2.624	5.178	23.3	6.8343	121.565	6.7992	94.711	6.5718	71.033
14	1.628	.06408	2.081	4.107	18.5	8.6159	90.844	8.5732	75.569	8.2846	58.337
15	1.450	.05707	1.650	3.257	14.7	10.8666	77.021	10.8108	60.329	10.4467	44.670
16	1.291	.05082	1.309	2.583	11.6	13.7014	61.281	13.6292	48.177	13.1764	35.426
17	1.150	.04526	1.038	2.048	9.23	17.2777	48.762	17.1891	38.421	16.8449	28.091
18	1.024	.04030	.8231	1.624	7.32	21.7808	38.769	21.6742	30.637	20.5891	22.290
19	.9116	.03589	.6527	1.288	5.80	27.4718	30.846	27.3307	23.4153	26.4153	17.667
20	.8118	.03196	.5176	1.022	4.60	34.6473	24.530	34.4505	19.3021	33.3021	14.011
21	.7229	.02846	.4105	.8101	3.65	43.0701	19.4365	43.4404	14.9968	41.9968	11.1132
22	.6438	.02535	.3256	.6424	2.89	55.0873	15.5403	54.7923	11.9503	51.9503	8.8134
23	.5739	.02257	.2582	.5095	2.30	69.4687	12.3401	69.0978	9.6401	66.4011	6.8203
24	.5106	.02010	.2047	.4040	1.82	87.5698	9.8295	87.1433	7.4292	84.2292	5.7561
25	.4547	.01790	.1624	.3204	1.44	110.4364	7.8291	109.8806	5.92059	109.2059	4.8677
26	.4049	.01594	.1268	.2541	1.14	139.2458	6.2279	138.5238	4.6896	138.6896	3.8210
27	.3606	.01420	.1021	.2015	.908	175.5991	4.9533	174.6904	3.69730	174.9730	2.9716
28	.3211	.01264	.0806	.1598	.720	221.4347	3.9154	220.2863	2.8968	221.8968	2.2745
29	.2859	.01126	.06422	.1267	.571	279.2131	3.1380	277.7694	2.35175	278.5175	1.8657
30	.2546	.01025	.05063	.1005	.453	352.0513	2.4957	350.4108	1.85982	351.5982	1.4220
31	.2265	.00928	.04039	.79.70	.359	443.9193	1.9849	441.6226	1.46881	443.8881	1.1358
32	.2019	.007950	.03203	.63.21	.285	559.7386	1.5807	557.1138	1.11171	559.4171	.9308
33	.1798	.007080	.02540	.50.13	.226	706.0712	1.25737	702.4621	.878389	704.8389	.71442
34	.1601	.006305	.02014	.39.75	.179	890.1365	0.99973	885.5419	.679490	890.490	.56154



Carga de ruptura:— La carga de ruptura está basada en el diámetro nominal de los alambres, variando esta de 1% con la tolerancia en los calibres.

Usando valores mínimos para alambre duro; mínimos y máximos para alambre semi-duro; y máximo para alambre suave o recocido.

NOTA: Para alambres estándares, calibres No. 19 y menores no hay especificaciones.

Características Eléctricas Cable de Colve Dure 57.5% Conductividad IACS Unidades Métricas

Número de Cable	Hilos	Resistencia Óhmica por Conductor por Kilómetro				Radio	Geometría	Inductiva XL	ohms
		30°C	50°C	ohms	ohms				
Conductor	da	Corriente Continua		50°C	ohms	Medio	Inductiva XL	ohms	
		Corriente Alterna 60 cps		50°C	ohms				

Salida								
110	1	3.724	3.001	3.724	3.724	2.6914	0.3568	0.3739
8	1	2.3612	2.114	2.3612	2.3612	2.2027	0.3568	0.3722
6	1	1.651	1.350	1.651	1.651	1.4851	0.3568	0.3654
4	1	1.039	0.839	1.039	1.039	0.939	0.3568	0.3633
3	1	0.7407	0.629	0.7407	0.7407	0.67407	0.3568	0.3624
2	1	0.5255	0.4521	0.5255	0.5255	0.4833	0.3568	0.3610
1	1	0.4189	0.367	0.4189	0.4189	0.3926	0.3568	0.3604
1/0	1	0.3307	0.292	0.3307	0.3307	0.3126	0.3568	0.3593
2/0	1	0.2634	0.232	0.2634	0.2634	0.2508	0.3568	0.3575
3/0	1	0.2080	0.1818	0.2080	0.2080	0.1977	0.3568	0.3558
4/0	1	0.1649	0.1438	0.1649	0.1649	0.1557	0.3568	0.3547

4	0.524	0.444	0.524	0.524	0.492	0.4592	0.3568	0.3739
3	0.3844	0.332	0.3844	0.3844	0.3544	0.3322	0.3568	0.3654
2	0.2730	0.234	0.2730	0.2730	0.2530	0.2342	0.3568	0.3633
1	0.2111	0.173	0.2111	0.2111	0.1911	0.1730	0.3568	0.3624
1/0	0.1674	0.137	0.1674	0.1674	0.1474	0.1372	0.3568	0.3610
2/0	0.1271	0.1017	0.1271	0.1271	0.1071	0.1017	0.3568	0.3604
3/0	0.0937	0.0784	0.0937	0.0937	0.0837	0.0784	0.3568	0.3593
4/0	0.0750	0.0617	0.0750	0.0750	0.0650	0.0617	0.3568	0.3584
500	0.07120	0.0584	0.07120	0.07120	0.06120	0.0584	0.3568	0.3575
550	0.06724	0.0548	0.06724	0.06724	0.05724	0.0548	0.3568	0.3568
600	0.05912	0.04824	0.05912	0.05912	0.04912	0.04824	0.3568	0.3558
650	0.05058	0.04068	0.05058	0.05058	0.04058	0.04068	0.3568	0.3547
700	0.04204	0.03310	0.04204	0.04204	0.03204	0.03310	0.3568	0.3533
750	0.03350	0.02554	0.03350	0.03350	0.02550	0.02554	0.3568	0.3524
800	0.02496	0.01798	0.02496	0.02496	0.01796	0.01798	0.3568	0.3510
850	0.01642	0.01042	0.01642	0.01642	0.01042	0.01042	0.3568	0.3504
900	0.00788	0.00288	0.00788	0.00788	0.00288	0.00288	0.3568	0.3493
950	0.00934	0.00434	0.00934	0.00934	0.00434	0.00434	0.3568	0.3484
1000	0.00980	0.00480	0.00980	0.00980	0.00480	0.00480	0.3568	0.3475
1250	0.02439	0.0229	0.02439	0.02439	0.0229	0.0229	0.3568	0.3458
1500	0.02031	0.01831	0.02031	0.02031	0.01831	0.01831	0.3568	0.3447
1750	0.01623	0.01423	0.01623	0.01623	0.01423	0.01423	0.3568	0.3433

Los valores de resistencia son para dimensiones nominales, conductividad 57.5% IACS incrementados en un 2% por cada milímetro cuadrado, excepto en los cables de 3 hilos en los cuales el incremento es de 1%.

Estos datos son aproximados y están sujetos a tolerancias nominales de manufactura.

4700 milímetros

Tabla I  
CABLES DE ALUMINIO (AAC)

7

Codigo Mundial	Cable			Cableado	Numero de Alambres y Diametro	Diametro Total mm	Tension de Ruptura Kg	Resistencia a 25° C EG Ohms/Km	Peso kg/Km	Amperes
	Avila	CM	mm <sup>2</sup>							
Peachbell	6	11,287	8	7 x 1,554	4 673	252	2 2211	36 4	100	
Rice	4	21,156	6	7 x 1,960	5 892	197	1 3949	58 0	140	
Big Z	7	33,604	4	7 x 2,473	7 416	666	0 67823	92 7	180	
Panzy	1	42,376	3	7 x 2,776	8 331	737	0 69653	116 7	200	
Pauby	170	51,470	2	7 x 3,119	9 347	494	0 55191	146 6	230	
Aster	770	61,402	1	7 x 3,502	10 515	1125	0 43786	184 5	270	
Phox	170	85,011	170	7 x 3,931	11 785	1363	0 34716	231 1	300	
Oslo	470	107,199	270	7 x 4,417	13 258	1719	0 27532	293 9	340	
Sneezebell	250,000	126,678	157,200	7 x 4,800	14 401	2032	0 23296	347 1	450	
Valencia	250,000	126,678	157,200	19 x 2,913	14 579	2045	0 23298	347 3	450	
Daisy	266,800	135,127	170	7 x 4,960	14 884	2165	0 21841	370 5	460	
Laurel	266,800	135,127	170	19 x 3,009	15 062	2177	0 21841	370 5	460	
Peony	300,000	151,962	188,700	19 x 3,192	15 976	2404	0 19420	416 7	490	
Tulip	330,000	170,409	470	19 x 3,389	16 916	2694	0 17319	467 3	570	
Balford	330,000	177,310	220,000	19 x 3,446	17 246	2803	0 16644	486 3	545	
Canza	397,500	201,369	250,000	19 x 3,675	18 389	3170	0 14656	551 7	593	
Condent	450,000	227,943	283,000	19 x 3,907	19 558	3460	0 12947	625 1	649	
Comas	477,000	241,617	300,000	19 x 4,023	20 142	3669	0 12714	662 7	676	
Savage	477,000	241,617	300,000	17 x 2,862	20 193	3903	0 12714	662 7	676	
Anna	500,000	253,291	314,000	19 x 4,119	20 599	3846	0 11651	694 7	536	
Hyacinth	500,000	253,291	314,000	17 x 2,951	20 650	4086	0 11651	694 7	693	
Dahlia	550,500	281,929	350,000	19 x 4,345	21 747	4282	0 10468	773 1	730	
Mistletoe	550,500	281,929	350,000	17 x 3,114	21 793	4458	0 10468	773 1	730	
Meadowswan	600,000	303,974	377,000	17 x 3,233	22 631	4808	0 09710	831 5	750	
Orchid	640,000	327,177	400,000	17 x 3,329	23 317	5098	0 09160	881 1	780	
Heather	650,000	329,772	409,000	17 x 3,365	23 571	5711	0 08962	901 1	800	
Verbena	700,000	354,621	440,000	17 x 3,493	24 406	5611	0 08122	972 5	830	
Fig	700,000	354,621	440,000	61 x 2,720	24 485	5833	0 08372	972 5	830	
Violet	715,500	362,430	450,000	17 x 3,533	24 739	5733	0 08141	991	840	
Nardurum	715,500	362,430	450,000	61 x 2,750	24 765	5964	0 08141	994	840	
Petunia	750,000	379,905	472,000	17 x 3,616	25 323	5897	0 07768	1047	870	
Calla	750,000	379,905	472,000	61 x 2,816	25 349	6128	0 07768	1047	870	
Arbutus	795,000	407,736	500,000	17 x 3,723	26 060	6246	0 07328	1104	900	
Salic	795,000	407,736	500,000	61 x 2,903	26 111	6500	0 07328	1104	900	
Coccolomb	900,000	455,950	566,000	17 x 3,962	27 236	6926	0 05172	1250	970	
Amorfrago	900,000	455,950	566,000	61 x 3,086	27 287	7212	0 05472	1250	970	
Magnolia	950,000	481,298	600,000	17 x 4,019	28 540	7319	0 05106	1375	1010	
Goldend	950,000	481,298	600,000	61 x 3,177	28 600	7647	0 05106	1375	1010	
Manwood	1 000,000	506,586	679,000	17 x 4,175	29 735	7691	0 05825	1389	1040	
Camelia	1 000,000	506,586	679,000	61 x 3,251	29 260	8051	0 05825	1389	1040	
Rosebell	1 033,500	523,546	650,000	17 x 4,246	29 716	7951	0 05617	1445	1100	
Larkspur	1 033,500	523,546	650,000	61 x 3,307	29 768	8282	0 05617	1445	1100	
Marrigot	1 071,000	563,794	700,000	61 x 3,431	30 886	8917	0 05234	1536	1160	
Rowlhorn	1 071,000	563,794	700,000	61 x 3,550	31 953	9525	0 04885	1630	1160	
Narcissus	1 277,000	644,155	800,000	61 x 3,667	33 070	9579	0 04180	1707	1200	
Columbine	1 351,500	684,990	850,000	61 x 3,787	34 031	10614	0 04308	1848	1250	
Callatam	1 431,000	724,988	900,000	61 x 3,851	35 026	11072	0 04070	1957	1300	
Gladiol	1 512,500	764,970	950,000	61 x 3,957	35 991	11612	0 03857	2096	1340	
Carex	1 590,000	805,605	1 000,000	61 x 4,107	36 931	12247	0 03663	2207	1400	
Jessamine	1 750,000	886,230	1 100,000	61 x 4,307	38 735	13471	0 03330	2431	1480	
Convolv	2 000,000	1 012,650	1 200,000	91 x 3,764	41 402	15694	0 02514	2776	1550	
Sagebrush	2 250,000	1 111,070	1 415,000	91 x 3,932	43 916	17282	0 02590	3156	1650	
Lupine	2 500,000	1 225,490	1 570,000	91 x 4,208	46 304	19232	0 02312	3506	1770	
Hillierod	2 750,000	1 351,910	1 730,000	91 x 4,414	48 564	21137	0 02120	3856	1900	
Helium	3 000,000	1 489,250	1 890,000	127 x 3,903	50 698	23042	0 01947	4198	1970	
Bluebonnet	3 500,000	1 773,105	2 200,000	127 x 4,216	54 813	26943	0 01664	4708	2050	

\* Las capacidades de los cables están calculados para 75°C en el conductor, 30°C temperatura ambiente y un viento de 0.6 m/sec<sup>2</sup> en dirección perpendicular al eje del cable.

## Cálculo de la caída de potencia!

Para circuitos trifásicos balanceados:

$$V_R = R_k \times \frac{L}{1000} \times I$$

$V_R$  = Caída de potencia en la resistencia del conductor.

$R_k$  = Resistencia de un conductor en ohms por kilómetro, a la temperatura de operación.

$L$  = Longitud del circuito en metros.

$I$  = Corriente en amperes

$V$  = Voltaje entre líneas del sistema

$$\text{En por ciento } \% V_R = \frac{R_k \times L/1000 \times I}{V/\sqrt{3}} \times 100 = 0.1732 \frac{R_k \times L \times I}{V}$$

Para circuitos monofásicos

$$V_R = 2 R_k \times \frac{L}{1000} \times I$$

$$\text{En por ciento } \% V_R = \frac{2 R_k \times L/1000 \times I}{V} \times 100 = 0.2 \frac{R_k \times L \times I}{V}$$

Existen tablas y gráficas que simplifican el cálculo de la caída de potencia!

## Aislamientos

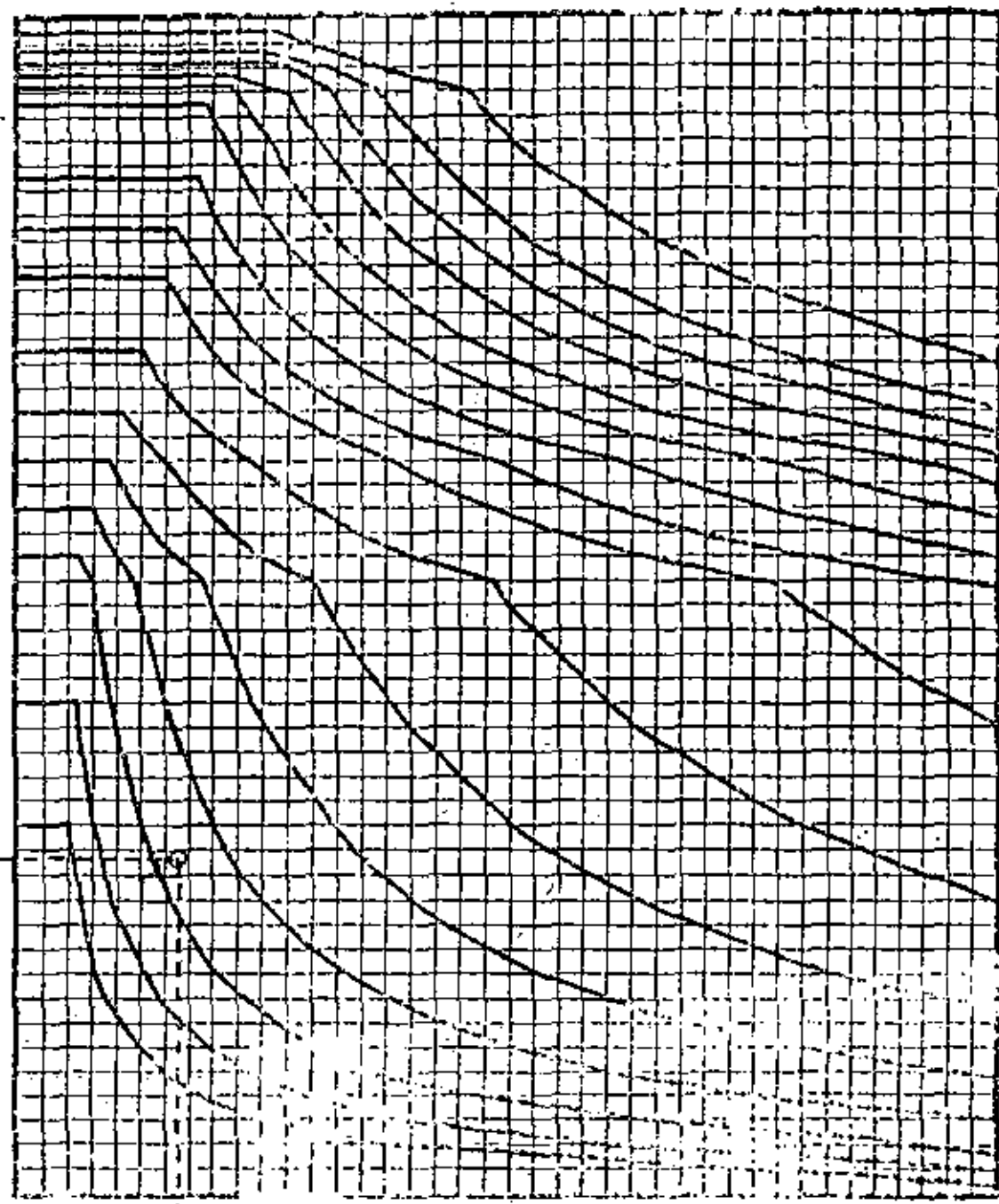
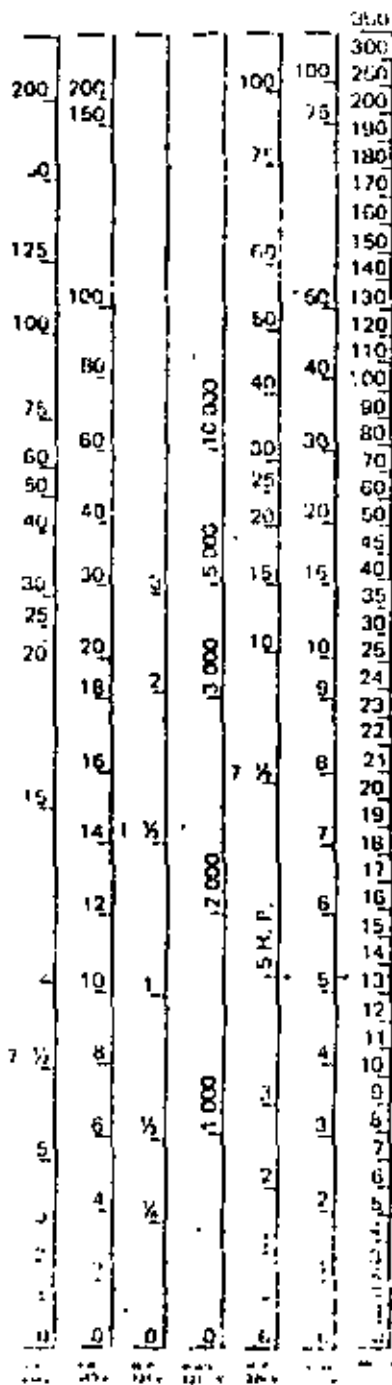
En conductores para bajo voltaje se utilizan generalmente aislamientos de cloruro de polivinilo (PVC), de polietileno negro PE y polietileno vulcanizado de cadena cruzada (XLPE)

En conductores para alto voltaje se utilizan aislamientos a base de polietileno vulcanizado de cadena cruzada (XLPE) y a base de goma etileno-propileno (EPR).

El forro o chaqueta exterior generalmente es de PVC y en algunos casos se utiliza polietileno negro PE.

Resistencia mecánica

La carga mecánica o esfuerzo a la tensión a que son sometidos los conductores eléctricos al instalarlos (principalmente en tuberías conduit o en líneas aéreas), no debe exceder a un tercio del valor de tensión a la ruptura nominal del mismo. Estos valores se indican en las tablas de características de los conductores, anexas.



1% 127V	24 4/8
2% 127V	31 1/4
3% 127V	37 3/4
4% 127V	45 1/4
5% 127V	52 3/4
6% 127V	60 1/4
7% 127V	67 3/4
8% 127V	75 1/4
9% 127V	82 3/4
10% 127V	90 1/4

10	50	110
15	100	200
20	150	310
25	200	400
30	250	500
35	300	600
40	350	800
45	400	1000
50	500	1700
60	600	2500
70	700	3500
80	800	4500
90	900	5500
100	1000	6500

Ejemplo:

Para el cálculo del calibre de un conductor de una línea de 100 metros, que alimentara a un motor de 5 HP, a 220 Volts, a Fase, con un 5% en pérdida de voltaje, se localizará en la columna correspondiente a 100 y 220 Volts el valor de 5, y en el cuadro correspondiente a la Fase, 5% x 220 Volts, se localizará la longitud de la línea de 100 metros. Se trazan las coordenadas y el punto de intersección se encontrará situado del lado que corresponde al calibre 8 AWG, que será el adecuado para estas necesidades.

## Conductores Aislados para Baja Tensión

Definición

Se puede considerar como conductor para baja tensión a todo cable que tenga un aislamiento que le permita operar en voltajes de 0 a 1000 volts en condiciones apropiadas de

seguridad.

### Clasificación

Los conductores forrados se clasifican según las propiedades del aislamiento, de acuerdo con las tablas siguientes.

**Características de Conductores**

Nombre comercial	Tipo	Temp. máx. °C	Material Aislante	Cubierta exterior	Utilización
Goma resistente al calor	RH	75	Goma resistente al calor.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales secos
	RHH	90			
Goma resistente al calor y a la humedad	RHW	75	Goma resistente al calor y a la humedad.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales húmedos y secos.
Goma látex, resistente al calor.	RULH	75	90% Goma no molido, sin grano.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales secos
Goma látex, resistente a la humedad.	RULW	60	90% Goma no molido, sin grano.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales húmedos y secos.
Termoplástico	T	60	Compuesto termoplástico retardador de la flama.	Ninguna	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad.	TV	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama.	Ninguna	Locales húmedos y secos.

continúa



Características de los Conductores

continuación

Nombre comercial	Tipo	Temp. máx. °C.	Material Aislante	Cubierta exterior	Utilización
(b) Cables Control	B (1600V)		Policloruro de Vinilo	No metálica, resistente a la humedad, a los aceites y retardadora de la flama.	Circuitos de Señalización y control.
			Poliétileno		
			Poliétileno Vulcanizado.		
			Estireno - Butadieno.		
			Butilo		
			Etileno - Propileno.		
	C (1000V)		Poliétileno	No metálica, resistente a la humedad, a los aceites y retardadora de la flama.	
			Poliétileno Vulcanizado		
			Butilo.		
			Etileno - Propileno.		
Cable Control y Potencia.	NYN NYCY	75°C	Policloruro de Vinilo	No metálica resistente a la humedad, a los aceites y retardadora de la flama.	Señalización, Control y Potencia.
Poliétileno vulcanizado resistente a la humedad y al calor.	XHHW	75	Poliétileno vulcanizado.	Ninguna	Locales húmedos y directamente enterrados.
		90			Locales secos.
Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, para máquinas herramientas.	MTW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, retardador de la flama.	Ninguna o Nylon	Locales húmedos y alambrado en máquinas herramientas.
		90			Locales secos, alambrado en máquinas herramientas.
Termoplástico y asbesto	TA	90	Termoplástico y asbesto.	No metálica retardadora de la flama.	Alambrado de tableros de distribución solamente.
Termoplástico y malla de fibra.	TBS	90	Termoplástico	No metálica retardadora de la flama.	Solo alambrado de tableros.
Sintético resistente al calor.	SIS	90	Gule resistente al calor	Ninguna	Sólo alambrado de tableros.

Nombre comercial	Tipo	Temp. máx. °C	Material Aislante	Cubierta exterior	Utilización
Aislante mineral cubierta metálica.	MI	85	Oxido de Magnesio.	Cobre	Locales húmedos y secos con ajustes terminales del tipo O.
		250			Temp. máx. de operación para aplicaciones especiales.
Silicón Asbesto	SA	90	Hula Silicón	Asbesto o vidrio	Locales secos.
		125			Tempe máx. de operación para aplicaciones especiales.
Etileno Propileno	EP	-90	Etileno Propileno	No metálica resistente a la humedad y al calor y retardadora de la flama.	Locales húmedos, secos y directamente enterrados.
Etileno Propileno Fluorinado	FEP	90	Etileno Propileno Fluorinado	Ninguna	Locales secos.
	FEPB	200	Etileno Propileno Fluorinado	Malla de vidrio o malla de asbesto.	Aplicaciones especiales en locales secos.
Cambray Barnizado	V	85	Asbesto y Cambray Barnizado	No metálica	Locales secos
				Forro de Plomo	Locales húmedos y secos
Asbesto y Cambray Barnizado	AVB	90	Asbesto impregnado y Cambray Barnizado	Malla de algodón retardadora de flama	Alambrado de tableros en locales secos
	AVL	110		Forro de plomo	Locales húmedos y secos
	AVA	110		Malla de asbesto o vidrio	Locales secos
Asbesto	AIA	125	Asbesto impregnado	Con malla de asbesto o vidrio	Locales secos únicamente. Instalaciones a la vista. En instalaciones solamente para conductores que van a aparatos o estén en su interior.
	AI	125	Asbesto impregnado	Sin malla de asbesto	Locales secos únicamente. En instalaciones para conductores que van a aparatos o estén en su interior. Limitado a 300 V
	A	200	Asbesto	Sin malla de asbesto	
	AA	200	Asbesto	Con malla de asbesto o vidrio	
Papel	PILC	85	Papel impregnado	Forro de plomo	Para conductores de acometidas subterráneas con permiso especial

Capacidad de Construcción de Corrientes en Conductores de Cobre Aislados

Tabla de tres conductores instalados en conduit o directamente enterrados o un conductor de aire (Basados en temperatura ambiente de 30° C).

Sección nominal en mm <sup>2</sup>	Calibre AWG / MCM	60°C		75°C		85°C		95°C		110°C		125°C		200°C	
		Tipos		Tipos		Tipos		Tipos		Tipos		Tipos		Tipos	
		RHW, T, TW, TWE, MTW		RH, RHW, RUM, THW, THWN, DF, XHHW, NMC		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, ZVE, SIS, FEP, FEPL, EP, RHH, THHN, MTW, XHHW, NMC		AVL, AVL		Al, ALA		A, AA, FEFE	
		En conduit, cable o directamente enterrados.	Al aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Al aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Al aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Al aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Al aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Al aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Al aire
2.08	14	15	20	15	20	25	30	25	30	30	40	30	40	30	45
3.31	12	20	25	20	25	30	40	30	40	35	50	40	50	40	55
5.26	10	30	40	30	40	40	55	40	55	45	65	50	70	55	75
8.37	8	40	55	45	65	50	70	50	70	60	85	65	90	70	100
13.30	6	55	80	65	95	70	100	70	100	80	120	85	125	95	135
21.15	4	70	105	85	125	90	135	90	135	105	160	115	170	120	180
28.07	3	80	120	100	145	105	155	105	155	120	180	130	195	145	210
33.02	2	95	140	115	170	120	180	120	180	135	210	145	225	165	240
42.41	1	110	165	130	195	140	210	140	210	160	245	170	265	190	280
63.49	0	125	195	150	230	155	245	155	245	190	285	200	305	225	325
67.43	00	145	225	175	265	185	265	185	285	215	330	230	355	250	370
95.01	000	165	260	200	310	210	330	210	330	245	385	265	410	285	430
107.20	0000	195	300	230	360	235	385	235	385	275	445	310	475	340	510
127	250	215	340	255	405	270	425	270	425	315	495	335	530	---	---
152	300	240	375	285	445	300	480	300	480	345	555	380	590	---	---
177	350	260	420	310	505	325	530	325	530	390	610	420	665	---	---
203	400	280	455	335	545	360	575	360	575	420	665	450	710	---	---
253	500	320	515	380	620	405	660	405	660	470	765	500	815	---	---
304	600	355	575	420	690	455	740	455	740	525	855	540	910	---	---
355	700	385	630	460	755	490	815	490	815	560	940	600	1005	---	---
380	750	400	655	475	785	500	845	500	845	580	950	620	1045	---	---
405	800	410	670	490	815	515	880	515	880	600	1020	640	1085	---	---
455	900	435	730	520	870	555	940	555	940	---	---	---	---	---	---
507	1000	455	780	545	935	585	1000	585	1000	680	1165	730	1240	---	---

Ver notas en la página siguiente

	Butilo	Cloropreno Clorosulfonado	Etileno Propileno	Neopreno	Hule Natural	Poliuretano	Silicon
Resistividad Ohms/cm	10 <sup>12</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>15</sup> - 10 <sup>17</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>15</sup> - 10 <sup>17</sup>	10 <sup>11</sup> - 10 <sup>14</sup>	10 <sup>11</sup> - 10 <sup>17</sup>
Rigidez dieléctrica	6.00	600	900	150-600		350-525	100-653
Constante dieléctrica 1000 hz	2.1-2.4	7-10	3.17-3.34	9.0	2.3-3.0	5-8	3.0-3.5
Factor de potencia 1000 hz	0.0030	0.03-0.07	0.0066-0.0079	0.03	0.0023-0.0030	0.16-0.9	0.001-0.010
Resistencia a la tracción Kg/cm <sup>2</sup>	175-211	175	35	211-283	175-211	175-283	29
Elongación %	400-800	700	200-400	800-900	750-850	200-600	200-800
Densidad	0.91	1.12-1.28	0.86	1.23-1.25	0.92-0.96	1.05-1.16	0.97
Temperatura de fragilidad °C	-60	-60	-70	-55	-60	-50/-65	-65/-125
Máxima temperatura de servicio °C	150	150	180	105	150	85/150	260
Resistente a:							
oxidación	B-E	E	E	E	B	E	E
ozono	E	E	E	E	P-R	E	E
desgarre	B	E	R-B	B	MB	E	R-R
abrasión	B	E	B-E	E	E	E	P-B
radiación	P	R-B	-	P	R	B-E	R-E
ácidos diluidos	E	E	E	E	R-B	R	E
ácidos concentrados	E	MB	E	B	R-B	P	R
hidrocarburos alifáticos	P	B	P	B	P	E	P
hidrocarburos aromáticos	P	R	P	R	P	R-B	P
hidrocarburos clorinados	P	P	P	M	M	R-B	M
acetos y gasolina	M	B	P	B	M	E	P-B
Aceite animal y vegetal	E	B	B-E	B	P	E	E
Absorción de agua	E	B	E	B	E	B	E
Envejecimiento solar	M	E	E	MB	P	B	E
Envejecimiento por Temperatura (212° F)	B	E	E	B	B	B	E
Flama	P	B	P	B	P	P-B	R-E
Asfalts	M	D	MB	B	R-B	P-R	P-B

⊗ E- Excelente, MB- Muy bueno, B- Bueno, R- Regular, P- Pobre, M- Malo.

15.

## ⊕ Espesores de Aislamiento para Cables de Alta Tensión

Aislantes Lati.

Etileno Propileno (EP), según Norma No. S-68-516 Polietileno Natural (Pe), según Norma IPCEA No. S-61-402

Polietileno vulcanizado de cadena cruzada (XLP), según Norma S-66-524

Voltaje volts	Calibre AWG-MCM	Espesor de aislamiento				Prueba de corriente alterna	
		N/T		N/A		N/T	N/A
		mills	mm	mills	mm	KV	KV
2001 - 5000	8-1000	90	2.29	90	2.29	13	13
5001 - 8000	6-1000	115	2.92	140	3.56	18	22
8001 - 15000	2-1000 1-1000	175	4.45	215	5.48	27	33
15001 - 25000	1-1000	260	6.60	345	8.78	38	49
25001 - 28000	1-1000	280	7.11			42	
28001 - 35000	1/0-1000	345	8.76			49	

c) **Pantalla Electroestática:** La función principal de la pantalla electroestática es la de confinar el campo eléctrico al interior del aislamiento, evitando con esto gradientes de potencial peligrosos en la superficie de los cables.

La pantalla electroestática de los cables con aislamiento sólido, está formada por dos elementos: Elemento Semiconductivo, que puede ser una cinta de material textil impregnada en negro de humo ó compuesto del mismo aislamiento pero con partículas de carbón para hacerlo semiconductor. Elemento Conductor, formado por una cinta de cobre desnuda o estañada aplicada helicoidalmente sobre el aislamiento, cubriéndolo completamente, ó una espiral abierta formada por alambres de cobre desnudo o estañado.

En los cables aislados con papel y aceite no migrante, la pantalla la forma la chaqueta exterior de plomo.

En los cables aislados con papel y gas ó aceite en tuberías de acero a presión, la pantalla está formada por una cinta de material conductor (cobre ó aluminio) aplicada en el

exterior de cada uno de los conductores, en forma de una espiral abierta.

d) **Armaduras:** Existen varios tipos de armaduras para proteger a los cables de daños mecánicos. Armadura con flejes de acero, se utilizan dos flejes de acero aplicados en espiral abierta y uno cubre los espacios libres dejados por el otro y se utiliza principalmente en cables que van a ser enterrados directamente. Armadura con hilos de acero, se utiliza hilos de acero aplicados en espiral con un paso muy largo sobre el cable, cubriéndolo completamente.

e) **Cubierta Protectora:** Los cables con aislamiento sólido, utilizan cubiertas protectoras compatibles con los aislamientos (mismos coeficientes de dilatación, temperatura de operación, etc.) y éstas pueden ser de Cloruro de Polivinilo (PVC), polietileno alta densidad y neopreno.

En algunas ocasiones los cables armados se protegen de la corrosión por medio de cubierta termoplástica. Las cubiertas de yute asfaltado, se utilizan para proteger los conductores al ser instalados ya sean armados ó de papel y plomo (solid type).

TEORIA DE LOS CABLES DE ALTA TENSION

Introducción:

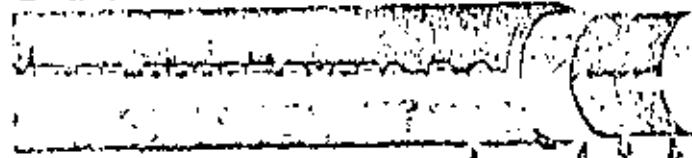
Los cables de Alta Tensión los desglosaremos en cada uno de sus elementos indicando sus características y funciones.

El aprendizaje de la anatomía de un cable aislado para alta tensión ayudará para comprender el porqué de los diferentes componentes de los Empalmes y Terminales.

I. Partes de un conductor y sus funciones:

CABLES DE ALTA TENSION

CABLE TIPO DCS



CABLE TIPO DRS

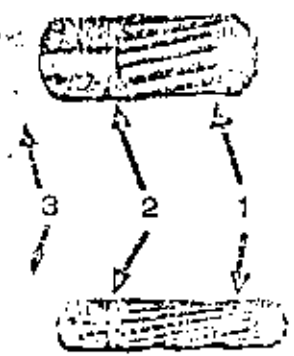
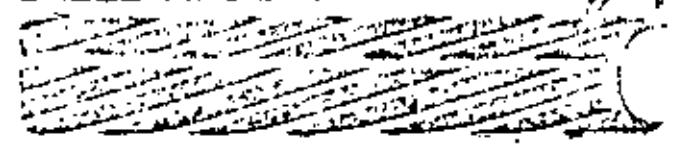


Fig. N° 1

1. Conductor:

Se considera conductor eléctrico a la substancia o material que

permite que una corriente eléctrica pase a través de él, con un mínimo de pérdidas.

1.1 Función del conductor:

La función del conductor es la de conducir la electricidad desde el punto donde se genera hasta el punto donde se consume ó utiliza.

1.2 Tipo de conductor:

En general un conductor se compone de un hilo o alambre sólido o de varios, cableados en construcción normal o compactado.

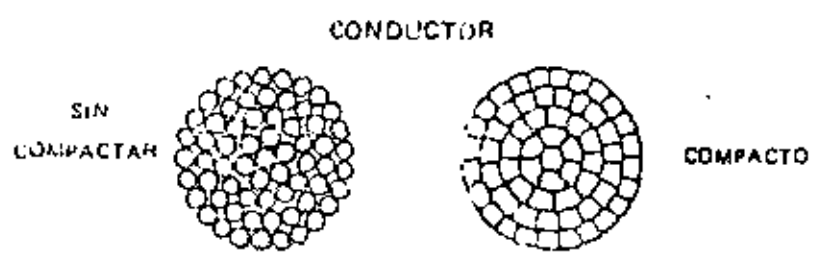


Fig. N° 2

1.3 Material del conductor:

Para la fabricación de conductores eléctricos se utilizan principalmente el cobre y el aluminio.

1.3.1 Propiedades de los materiales conductores:

	Cobre	Aluminio
Número Atómico	29	13
Peso Específico	8.89 gr/cm <sup>3</sup>	2.703 gr/cm <sup>3</sup>
Coefficiente de Temperatura por °C a 20°C.	0.00393	0.00403
Conductividad Eléctrica	100%	60.07%
Conductividad Térmica	0.93 cal/cm <sup>2</sup>	0.52 cal/cm <sup>2</sup>
Temperatura de Fusión	1083°C	900°C
Coefficiente de Dilatación lineal por °C.	16.22 x 10 <sup>-6</sup>	23.0 x 10 <sup>-6</sup>
Calor Específico.	0.0918 cal/gr/°C	0.2259 cal/gr/°C
Resistividad Volumétrica a 20°C.	0.017241 ohms mm <sup>2</sup> /mt	0.02828 ohms mm <sup>2</sup> /mt
Resistividad Eléctrica en 304.8m a 20°C.	10.371 ohms	17.0 ohms
Esfuerzo de Tensión, Temple duro.	38.70 kg/cm <sup>2</sup>	1820 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo de Tensión, Temple suave.	2,250 kg/cm <sup>2</sup>	845 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de Elasticidad.	1,200,000 kg/cm <sup>2</sup>	702,000 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia al Corte.	1,750 kg/cm <sup>2</sup>	665 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia al límite de Fluencia.	580 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>

Fig. N° 3

2. Pantalla sobre el Conductor:

2.1 Función de la Pantalla:

La función del forro semiconductor extruído directamente sobre el conductor es la de distribuir el campo eléctrico en la superficie exterior del conductor evitando con esto la concentración de esfuerzos eléctricos en la superficie del mismo

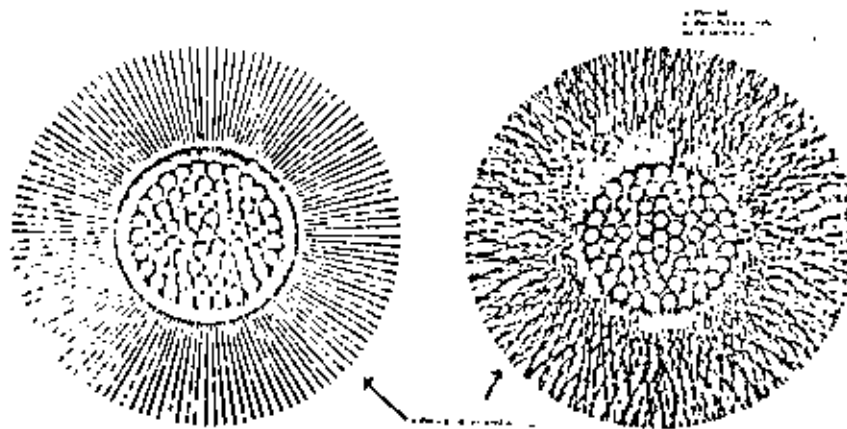


Fig. N° 4



## 2.2 Material y características:

Para configurar la pantalla sobre el conductor se utiliza un material semiconductor compatible con el aislamiento, ya sea EPR semiconductor ó Polietileno Vulcanizado de cadena cruzada semiconductor, en ambos casos, el semiconductor es aplicado en tandem con el aislamiento teniendo con esto una liga perfecta y libre de cavidades. Las características de operación de este material son las mismas que las del aislamiento en cuanto a temperaturas de operación, elongación y envejecimiento.

## 3. Aislamiento:

Se considera como aislamiento eléctrico a la substancia o material que tiene una gran resistencia al paso de una corriente eléctrica.

### 3.1 Función del aislamiento:

La función del aislamiento es la de controlar y canalizar el flujo de electrones, que forman la corriente eléctrica, no permitiendo el paso de esta corriente através de él.

### 3.2 Tipos de aislamiento:

El continuo avance de la tecnología ha permitido mejorando progresivamente tanto materiales como equipo. En el inicio de la construcción de sistemas de distribución oculta o subter-

red eléctrica de alta tensión, las instalaciones se efectuaban con conductores aislados con papel impregnados en aceite y forrados con plomo. Este tipo de conductores tienen el inconveniente de necesitar una mano de obra muy especializada, tanto en el tendido del conductor como en la elaboración de empalmes y terminales, además del problema que se presenta al emigrar el aceite impregnante hacia las partes bajas de la instalación, creando con esto fallas en las partes altas de la instalación donde al emigrar el aceite quedará únicamente el papel como aislante.

Para evitar estas fallas se utilizó aceite no migrante lo que eliminó el problema, subsistiendo el de la mano de obra.

Con la aparición de los aislamientos sólidos, tipo seco, el problema de la mano de obra se ha simplificado grandemente debido a que, teniendo cuidado de seguir los instructivos de los fabricantes de equipos, la elaboración de Empalmes y Terminales ha dejado de ser un problema.

### 3.3 Materiales y características:

Los principales aislamientos de tipo sólido en el mercado nacional son:

22

### 3.3.1 Policloruro de Vinilo:

Es un material termoplástico, el cual mezclado adecuadamente con otras sustancias tales como: plastificantes, estabilizadores, lubricantes, rellenos y pigmentos da por resultado un compuesto con propiedades mecánicas y dieléctricas muy variadas pudiéndose utilizar como aislamiento en baja tensión y como cubierta protectora.

### 3.3.2 Butilo:

Hule sintético, polímero del isobutileno, conteniendo pequeñas cantidades de isopreno. Este material tiene una gran resistencia a oxidación, envejecimiento, ozono y al abuso mecánico. No resiste aceites de petróleo, grasas y gasolinas y muchos solventes.

### 3.3.3 Polietileno natural:

Material termoplástico constituido por una cadena muy larga de monómeros de etileno. Es uno de los mejores dieléctricos que se conocen entre los aislamientos de tipo sólido. Muy sensible al ataque de los rayos ultravioletas.

### 3.3.4 Polietileno de cadena cruzada (XLPE):

Partiendo del polietileno natural, y utilizando procesos químicos en presencia de catalizadores, se logran moléculas de

23

forma tridimensional después de un proceso de vulcanizado, adquiriendo propiedades de termoestabilidad.

En este compuesto las características dieléctricas inherentes al polietileno natural no son alteradas, y sí se incrementan sus propiedades mecánicas y térmicas, resultando un material más duro, rígido y resistente al calor. Muy sensible al ataque de los rayos ultravioleta.

### 3.3.5 Etileno Propileno Rubber (EPR):

Es un tripolímero de etileno y propileno con un dieno conjugado. Este material ofrece excelente resistencia al ozono, intemperie, luz solar, efecto corona y calor. Retiene sus propiedades mecánicas al exponerlo a vapor, algunos solventes y agentes químicos. Presenta pobres propiedades al contacto con grasas y aceites derivados del petróleo.

### 3.4 Teoría sobre Aislamientos:

Debido a que los aislamientos nunca son puros u homogéneos, lo que sería el aislamiento ideal, sino que son mezclas de diferentes tipos de dieléctricos tratando de combinar las propiedades de los mismos para obtener un producto adecuado al trabajo a desempeñar. El diseño, desarrollo y aplicación de los dieléctricos es un camino muy largo y de una gran especialización dentro de la In-

geniería Eléctrica. Por lo tanto, solamente trataremos los conocimientos básicos sobre los aislamientos.

#### 3.4.1 Campo eléctrico:

Se define como una región del espacio donde existe electricidad capaz de ejercer una fuerza.

Una de las manifestaciones fundamentales de un campo eléctrico de fuerza, es que este campo de fuerza tiene la habilidad o potencialidad de hacer un trabajo. Este potencial eléctrico de trabajo es llamado voltaje por lo que, un campo eléctrico siempre estará interrelacionado con su correspondiente voltaje.

El campo eléctrico lo podemos representar por líneas de fuerza -- que parten de la parte positiva (+) y terminan en la parte negativa (-). La correspondencia o interrelación de voltaje con el campo de fuerza pueda ser representada por líneas de igual gradiente de voltaje las que son perpendiculares a las líneas del campo eléctrico.

Gradientes de Voltaje      Líneas de Fuerza de Campo eléctrico

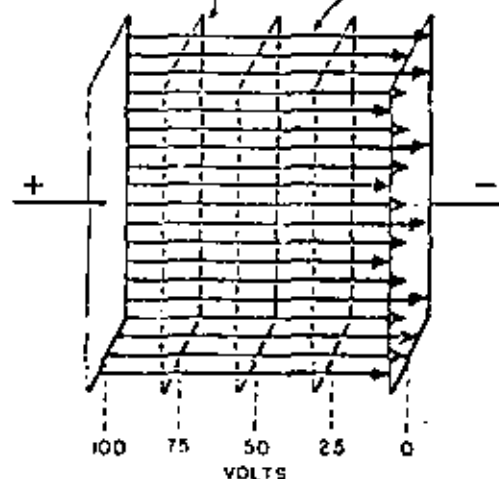


Fig. N° 5

El campo eléctrico ejerce una fuerza en los electrones (cargas negativas). Los electrones comprendidos dentro del campo eléctrico y que puedan ser desplazados se mueven adquiriendo velocidad hacia la placa positiva

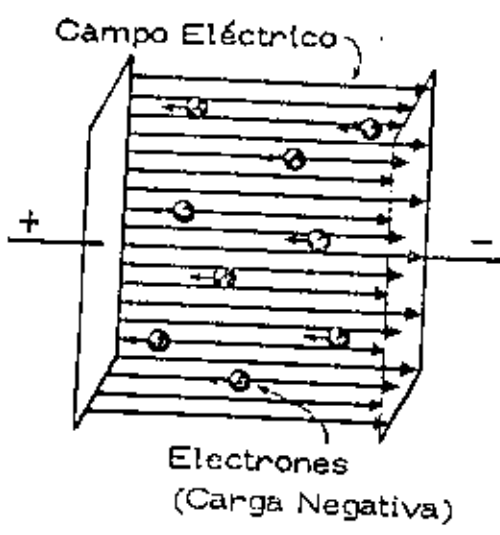


Fig. N° 6

La fuerza con que se mueven estos electrones depende de la fuerza del campo eléctrico. La energía y velocidad adquiridos por la aceleración de los electrones al ir de la placa negativa hacia la placa positiva, serán según la posición donde se encuentren los electron-volts que tenga, llegando a tener el 100% del voltaje al llegar a la placa positiva. El movimiento de estas cargas constituye una conducción de corriente ó sea una corriente eléctrica.

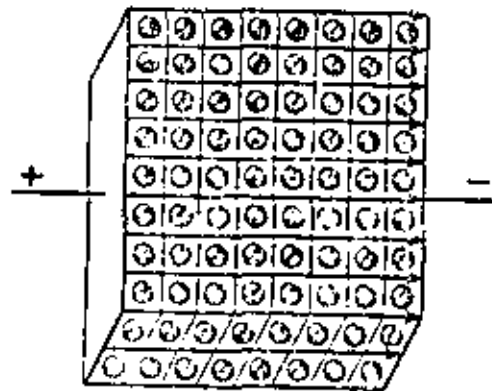


Fig. N° 7

Teniendo un bloque de material dieléctrico entre ambas placas y considerando que las moléculas están distribuidas como se ilustra, la fuerza creada por el campo eléctrico y que actúa sobre los electrones, no los desplaza, debido a su ligamiento molecu-

lar: no teniendo por esto un flujo de electrones entre ambas placas como en el caso anterior, este material actúa como una barrera - sin electrones libres no permitiendo la conducción ó tener corrientes de fuga. En la práctica no existe un material con una resistividad infinita, lo que sería el aislamiento ideal.

Los buenos aislamientos tienen muy pocos electrones libres teniendo como consecuencia corrientes de fuga muy pequeñas.

El campo eléctrico somete a los aislamientos a algunos efectos electromagnéticos.

Los principales efectos son:

#### 3.4.1.1. Efectos de Conducción;

Está asociado con la pequeña fuga de corriente debida a los electrones libres en el aislamiento. Esta fuga de corriente produce una pérdida eléctrica pequeña que se calcula con la fórmula:  $I^2 R$ .

Los materiales aislantes se seleccionan y procesan para dar una resistencia óhmica muy elevada, para que en condiciones normales de operación las pérdidas debidas a la fuga de corriente sean muy pequeñas y se consideren despreciables. Cualquier factor que degrade o reduzca la resistencia del aislamiento introduce la posibilidad de una fuga de corriente localizada que puede originar un deterioramiento y la consecuente falla del aislamiento.



Analicemos diagramalmente la distorsión del campo eléctrico debido a una impureza en el aislamiento.

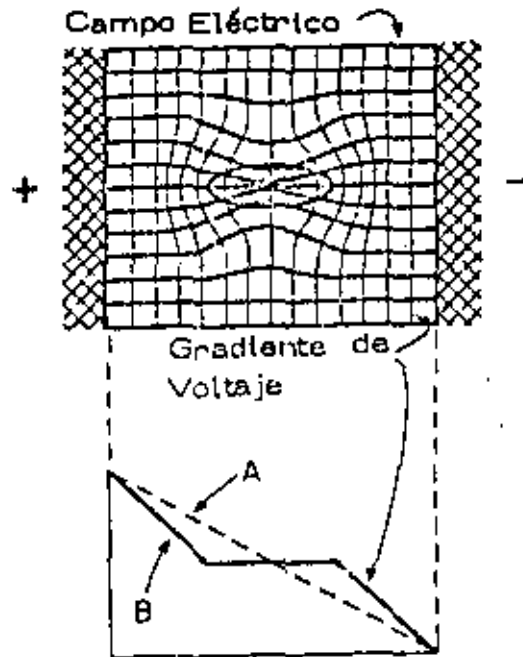


Fig. N° 8

Cuando se presenta la impureza, las líneas del campo eléctrico se concentran y no se distribuyen uniformemente.

El gradiente de voltaje por unidad de espesor del aislamiento se incrementa creando con esto un mayor esfuerzo en el punto de la impureza. Si el esfuerzo resultante excede la capacidad del dieléctrico, puede ocurrir el rompimiento debido al desplazamiento brusco de electrones. Normalmente el número de electrones libres permanece constante pero en campos eléctricos intensos y en puntos anormales del aislamiento, los electrones libres que se desplazan -

pueden dar origen a otros debido al choque, quedando los átomos en condiciones de ionización haciéndolos conductivos. Los electrones liberados de los átomos y los electrones libres crean una cascada ó avalancha. El calor del sendero conductor, y la alta corriente de fuga creada puede llevarlo a la rotura del aislamiento.

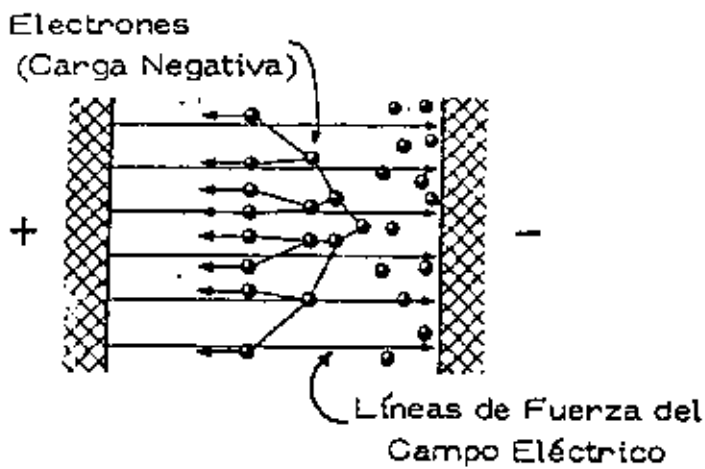


Fig. N° 9

### 3.4.1.2 Efecto de Polarización:

Está asociado con la concentración de cargas en la molécula de los dieléctricos, y estos son debidos a los electrones. Estas concentraciones de carga están clasificadas como "Polares y no Polares".

3.4.1.2.1. En dieléctricos polares, las concentraciones de carga están ligeramente separadas formando dipolos con una polaridad espacial negativa y positiva definida. Las moléculas de estos ele-

mentos están normalmente sin ninguna orientación. (Fig. 10-A).

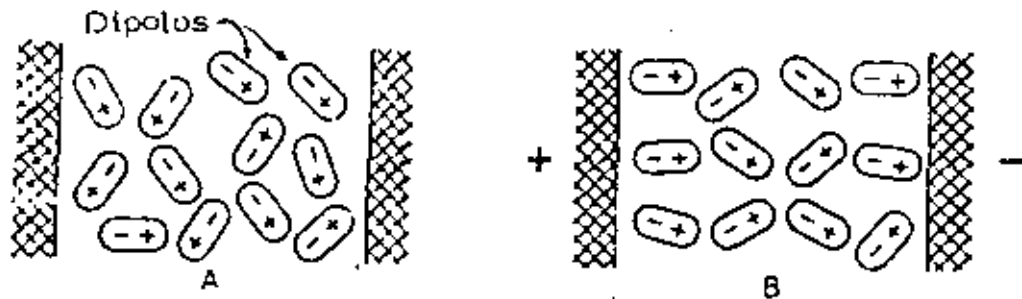


Fig. N° 10

Al poner este material dentro de un campo eléctrico, las moléculas tienden a orientarse siguiendo la dirección del campo eléctrico, este fenómeno es reversible, según se mueva la polaridad del campo, en caso de corriente alterna el campo variable somete a una rotación periódica a las moléculas del dieléctrico.

2.4.1.2.2 En dieléctricos no polares, las concentraciones de carga positiva y negativa están normalmente en simetría central y no hay separación polar. En un campo eléctrico, la simetría se distorsiona por la atracción y repulsión mutua causando la creación de una estructura bipolar inducida. Cuando el campo se invierte, la polarización de las moléculas también se invierte, de modo que con corriente alterna, las moléculas son forzadas a oscilar. Esta oscilación está afectada directamente por la frecuencia.

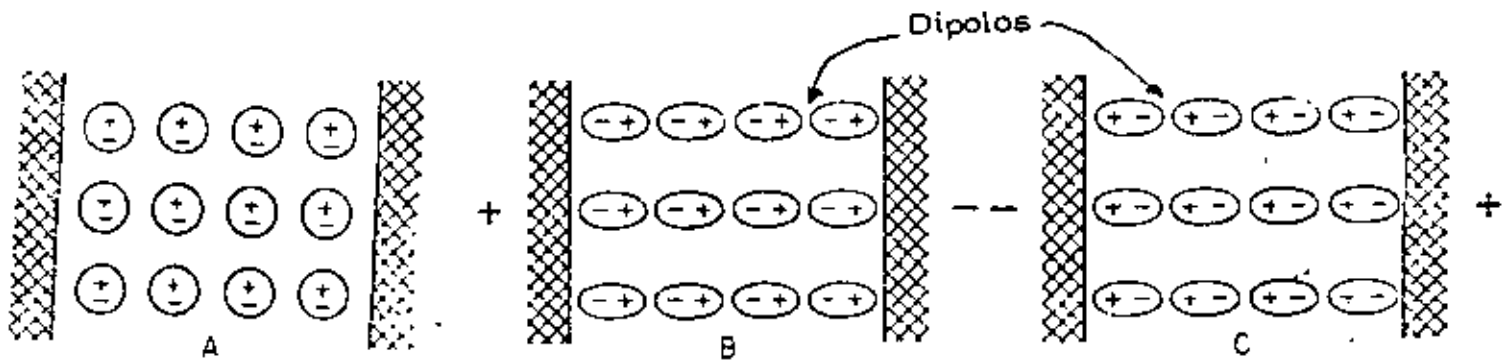


Fig. N° 11

3.4.1.2.3 La oscilación y rotación molecular están acompañadas por un desplazamiento de corriente. Esta corriente produce una pérdida de calor que depende del tipo del dieléctrico y la intensidad del campo eléctrico.

3.4.1.3 Efecto de ionización:

Está generalmente asociado con la presencia de gases atrapados en burbujas que pueden causar gradientes anormales de voltaje y con la humedad u otras impurezas pueden disociarse y producir corrientes de conducción electrolítica.

La introducción de humedad dentro de los aislamientos, es particularmente destructiva. La humedad siempre lleva sustancias disueltas que forman una solución química. Bajo un esfuerzo de voltaje estas sustancias tienden a disociarse en iones electroquímicos positivos y negativos que son altamente conductivos. También estas soluciones pueden formar gases por acción electrolítica que con-

tribuyen a la distorsión y degradación del aislamiento.

#### 3.4.1.4 Efecto de descargas parciales ó corona:

Este se manifiesta físicamente por presencia de des cargas luminosas en la superficie de los dieléctricos debidos a la ionización del aire adyacente y ocurre generalmente en potenciales cercanos a los 10 KV. :

Los aislamientos son seleccionados por su alta resistencia eléctrica para reducir al mínimo las pérdidas por corrientes de fuga y - alta estabilidad térmica para soportar y disipar las pérdidas por - polarización.

Estos materiales son aplicados con un alto grado de seguridad y - en procesos diseñados para reducir al mínimo la entrada de contaminantes y poder mantener la integridad del aislamiento ó sea que un buen aislamiento se basa en: Escoger propriamente los materiales y un método de aplicación que logre una firmeza estructural.

#### 4. Pantalla Semiconductora sobre el Aislamiento:

##### 4.1 Función de la pantalla.

Este forro semiconductor actúa como distribuidor del campo eléctrico confinándolo al interior del aislamiento.

##### 4.2 Material y características:

En la elaboración de esta pantalla se pueden utilizar varios materiales, los más comunes son:

4.2.1 Barniz Semiconductor:

A base de una resina y negro de humo.

4.2.2 Cinta semiconductora:

Normalmente de material textil impregnada en negro de humo.

4.2.3 Extrudidos:

Del mismo material que el aislamiento pero con partículas de carbón para hacerlo conductor.

5. Pantalla conductora sobre el aislamiento.

5.1 Función de la pantalla:

Este elemento conductor en contacto con la pantalla semiconductora puede tener dos funciones:

5.1.1 Como pantalla electrostática trabajando en contacto con la pantalla semiconductora y llevando el potencial de tierra a la superficie misma del cable logrando con esto que no haya gradientes de potencial peligroso en la superficie del mismo.

5.1.2 Como conductor neutro.

En estos casos la conductividad del conductor concéntrico será igual a la del conductor central en instalaciones monofásicas, para instalaciones trifásicas. El conductor concéntrico tendrá una conductividad de  $1/3$  de la del conductor central.

### 5.2 Material y características:

Para la pantalla conductora se utilizan cintas de cobre desnudo, cintas de cobre estañado, alambres de cobre desnudo ó alambres de cobre estañado.

Las cintas de cobre tanto desnudas como estañadas y los alambres de cobre desnudos se utilizan en cables en que esta pantalla forma parte de la pantalla electrostática.

Los alambres de cobre estañados se utilizan para cables donde se lleve el neutro concéntrico.

### 5.3 Conexión de pantallas:

La conexión de la pantalla de los cables puede ser:

5.3.1 Pantalla abierta; ó sea sin ninguna conexión a tierra.

5.3.2 Pantalla conectada en un punto ó sea conectada a tierra en un sólo extremo del cable, no teniendo ninguna corriente circulante a través de la misma.

5.3.3 Pantalla multiaterrizada: o sea que tiene varios puntos de conexión a tierra. Al tener varios puntos de conexión se presentan corrientes circulantes a través de la pantalla generando pérdidas por efecto "joule" reduciendo con esto el amperaje a transmitir del cable, debido a que el calor generado en la pantalla se suma al calor del medio ambiente reduciéndose así la temperatura a la que pudiéramos elevar el conductor para tener la temperatura de trabajo del cable.

6. Cinta separadora:

6.1 Función de la cinta separadora:

La cinta separadora tiene por objeto evitar que la chaqueta protectora del cable se pegue a la pantalla electrostática y así facilitar en la instalación la colocación de Empalmes y Terminales.

6.2 Material y características:

La cinta que normalmente se usa es una cinta Mylar, no metálica no higroscópica.

7. Chaqueta o cubierta protectora:

7.1 Función de la chaqueta: Esta cubierta protectora tiene como función proteger a los elementos del cable contra daños mecánicos.



## 7.2 Material y características:

Los materiales más usados como cubiertas protectoras son: PVC (Cloruro de Polivinilo), Polietileno natural (PE), Plomo (Pb) y neopreno.

El material de la chaqueta debe ser compatible con el material -- del aislamiento y tener los mismos coeficientes de dilatación y -- temperatura de operación.

## 8. Tipos de instalación:

Las formas en que se puede hacer una instalación subterránea -- son:

### 8.1 Directamente enterrados:

Se consideran directamente enterrados cuando no se cuenta con ningún otro material entre el cable y el subsuelo.

### 8.2 En ducto:

Estas instalaciones cuentan con un sistema de tuberías ó ductor que unen registros entre sí pudiéndose sacar los conducto--  
res sin hacer excavaciones ó sea que tenemos entre el subsuelo y el cable el material del ducto.

### 8.3 Al aire:

En estas instalaciones los conductores se encuentran colou

cados como si fuera una línea aérea.

8.4 En charolas:

Estas instalaciones son realmente instalaciones al aire pero no con un gran número de soportes.

8.5 Submarinos:

Los conductores eléctricos también pueden instalarse de -- forma tal que siempre estén bajo el agua, teniendo en cuenta las -- cualidades no higroscópicas en los elementos que formen el cable, - principalmente en su aislamiento y chaqueta protectora.

1977

SEMINARIO DE EMPALMES Y TERMINALES

TEORIA DE EMPALMES Y TERMINALES

ING. FERNANDO MONZON

GUADALAJARA, JAL.

NOVIEMBRE, 1977

TEORIA DE EMPALMES Y TERMINALES

1. Análisis de un conductor y su campo eléctrico.

1.1 Líneas Equipotenciales ó de igual gradiente de voltaje.

1.1.1 Al analizar un conductor aislado para alta tensión, -  
tenemos que el voltaje aplicado se encuentra distribuido de 0 a 100%  
entre la pantalla y el conductor central.

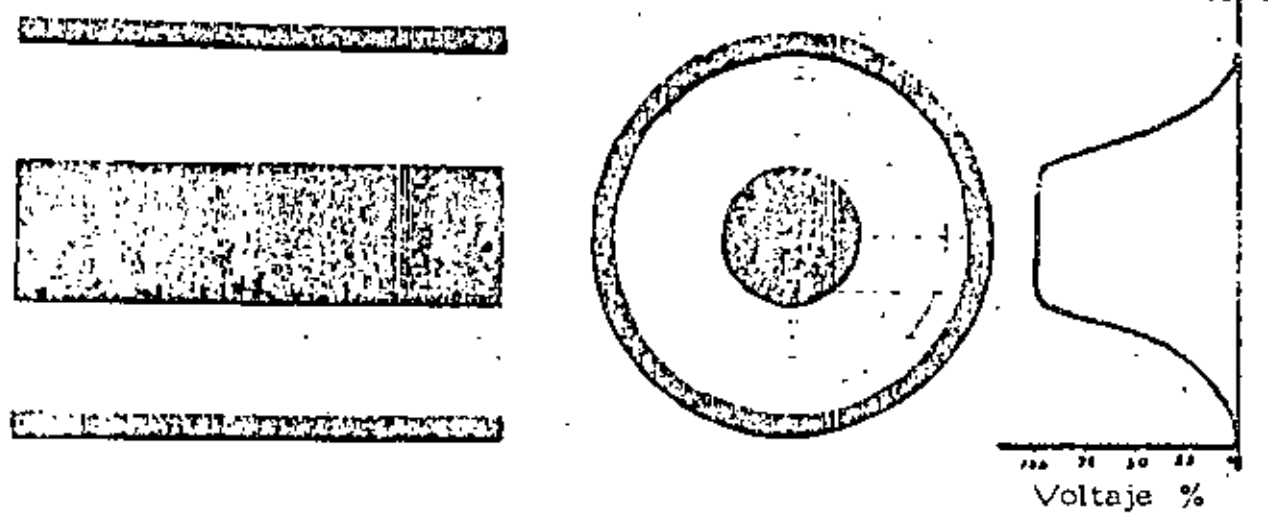


Fig. N° 1

formándose círculos concéntricos de igual potencial a diferentes dis-  
tancias del centro. Estas líneas se denominan líneas equipotencia-  
les teniendo su mayor gradiente de potencial cercano al conductor.

1.2 Líneas del campo eléctrico o de esfuerzos.

1.2.1 Haciendo el análisis del conductor anterior vemos que

Las líneas del campo eléctrico de esfuerzos son perpendiculares a las dos pantallas del cable

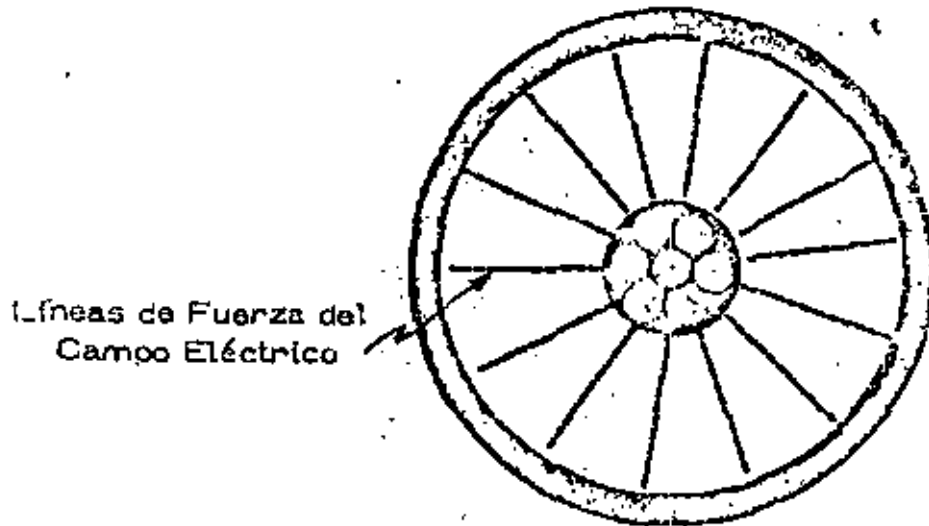


Fig. N° 2

o sea que son líneas radiales al centro del conductor, teniéndose la mayor concentración sobre la superficie de la pantalla del conductor.

- 1.3 La combinación de ambas líneas dentro de un conductor se encuentran en un perfecto equilibrio y distribución de esfuerzos sin crear ninguna concentración que pudiera originar la ruptura del aislamiento

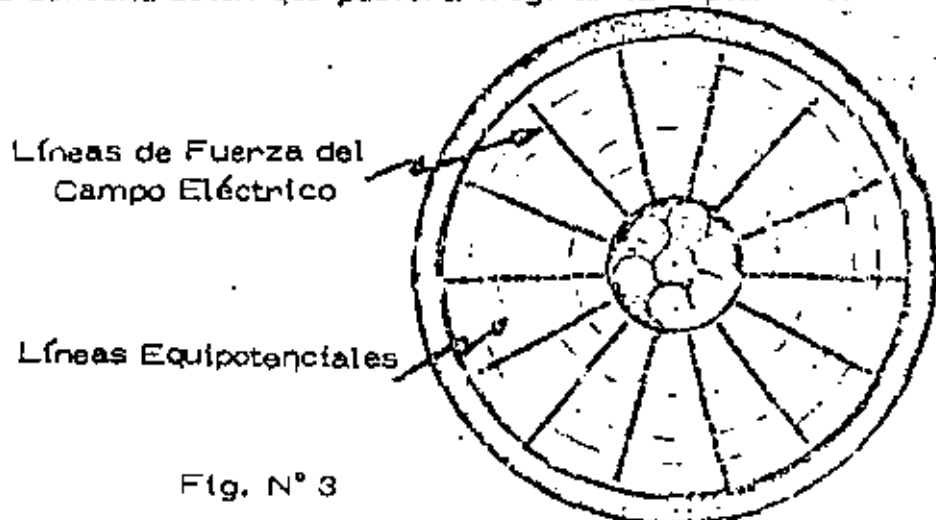


Fig. N° 3

Toda instalación de cable tiene dos extremos en los cuales se corta el conductor para unirlo a otros elementos. Al efectuar este corte es necesario retirar la pantalla electrostática para evitar un arqueo, al retirar una porción de esta pantalla el campo eléctrico sufre considerables modificaciones y alteraciones que ponen en peligro la operación del sistema. La pantalla deja de tener control de los esfuerzos tanto longitudinales (líneas equipotenciales) como de las transversales ó radiales (líneas de esfuerzos) creandose una concentración de estos esfuerzos a la terminación de la pantalla.

1.4 Punto de concentración de esfuerzos.

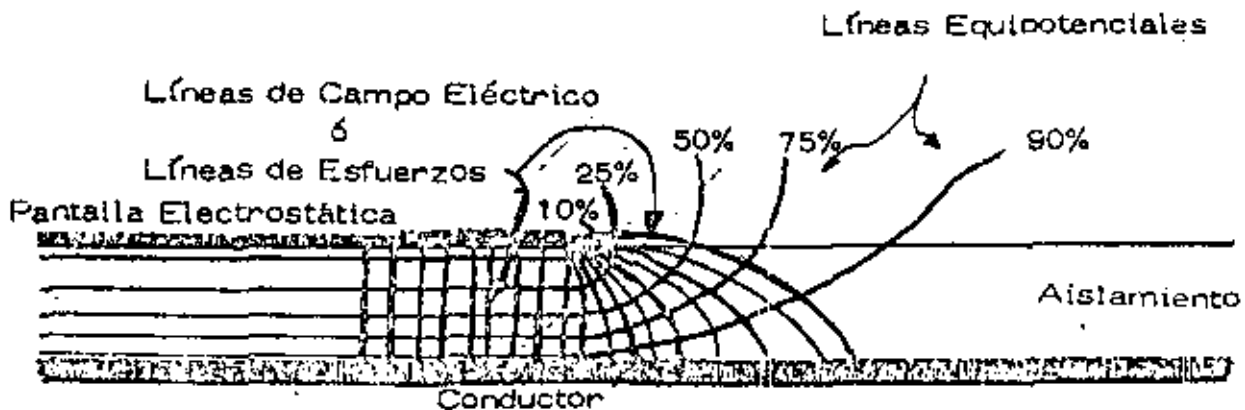


Fig. N° 4

## 2 Diferentes Técnicas para efectuar el Alivio de Esfuerzos

2.1 Preparación de un cable de Alta Tensión, Tipo ORS para elaborar un empalme o terminal.

2.1.1 Teniendo cuidado de no doblar el cable más de lo permitido preséntelo en su posición definitiva y corte en escuadra el exceso del mismo.

2.1.2 Retire el conductor neutro a la distancia especificada por el fabricante del accesorio, haga un amarre para sujetar los hilos del neutro y tuérsalos hasta formar un solo grupo.

2.1.3 Retire el forro semiconductor haciendo un corte circular a la distancia especificada y un corte longitudinal a todo lo largo procurando no dañar el aislamiento.

2.1.4 Retire el aislamiento del cable en la punta procurando no dañar al conductor, limpiándolo perfectamente.

2.1.5 Haga una punta de lápiz lijando el aislamiento para dejarlo terso usando exclusivamente lija de material no conductor.

2.1.6 Con solvente limpie perfectamente la superficie del aislamiento procurando no pasar el material semiconductor hacia el aislamiento.

2.2 Métodos para efectuar el alivio de esfuerzos.

2.2.1 Cono deflector prefabricado. Constituye una continuación expandida en diámetro del blindaje electrostático. Puede ser un

cono metálico ó de material plástico metalizado con una sección parabólica que se inserta sobre el blindaje y se utiliza en terminales con resina.

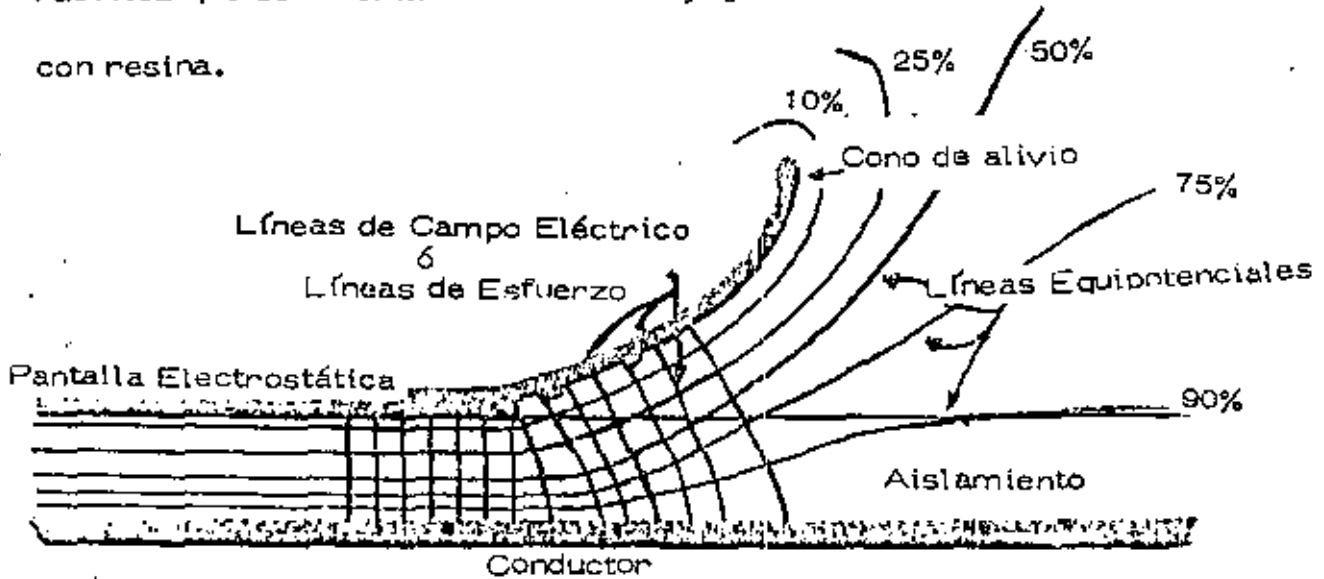


Fig. N° 5

2.2.2 Cono de alivio encintado. Este es una variante del anterior en que el espandimiento del blindaje se logra mediante un aislamiento a base de cinta autofundente y sobre él una cinta semiconductora hasta la parte superior de la cinta aislante.

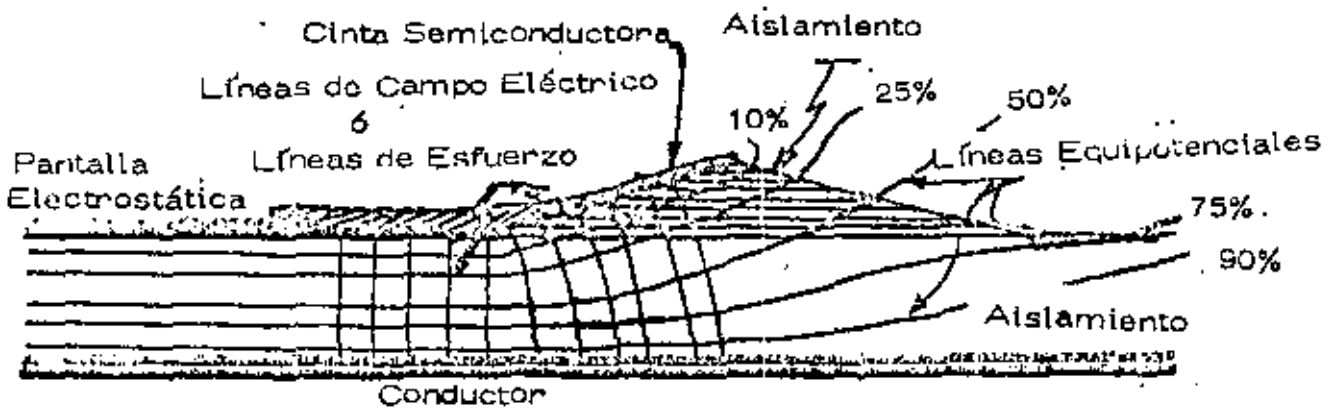


Fig. N° 6



44

2.2.3 Control del campo eléctrico a través de materiales con diferentes constantes dieléctricas.

2.2.3.1 Consideremos dos materiales aislantes de diferente constante eléctrica, dispuestos en serie con el campo eléctrico perpendicular a la interfase entre ambos dieléctricos.

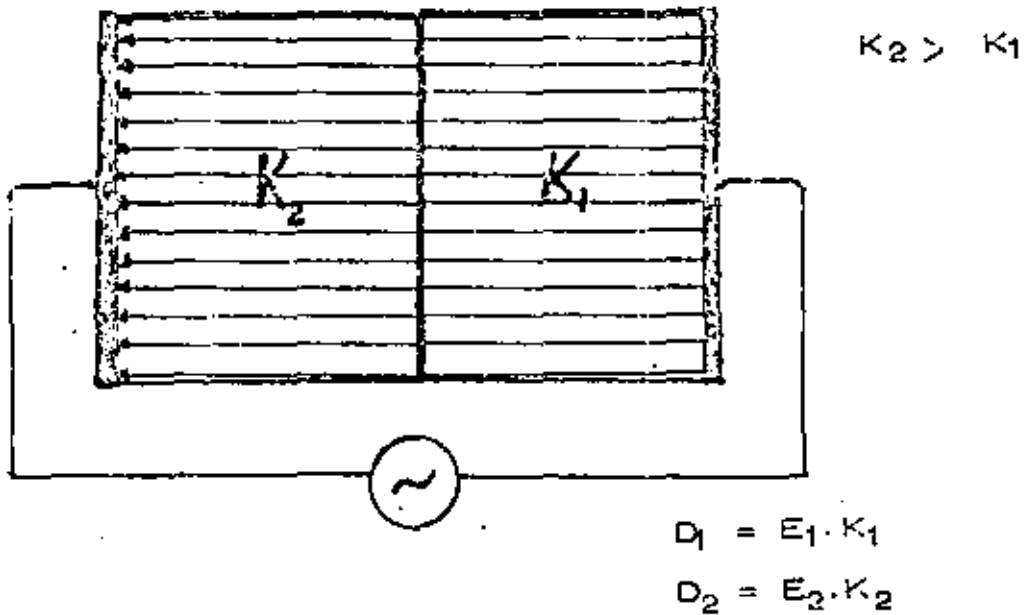


Fig. N° 7

Siendo  $E_1$  y  $E_2$  los respectivos gradientes de potencial, como en este caso la densidad de flujo es constante entre ambas placas

$$D_1 = D_2$$

$$\epsilon_1 E_1 = \epsilon_2 E_2$$

$$E_2 = \frac{K_1}{K_2} E_1 \quad E_2 < E_1$$

o sea que la intensidad de campo es mayor en el aislamiento de ma  
yor constante dieléctrica.

2.2.3.2 Consideremos los aislamientos dispuestos en paralelo.

El campo eléctrico es paralelo a la interfase entre ambos dieléctri  
cos.

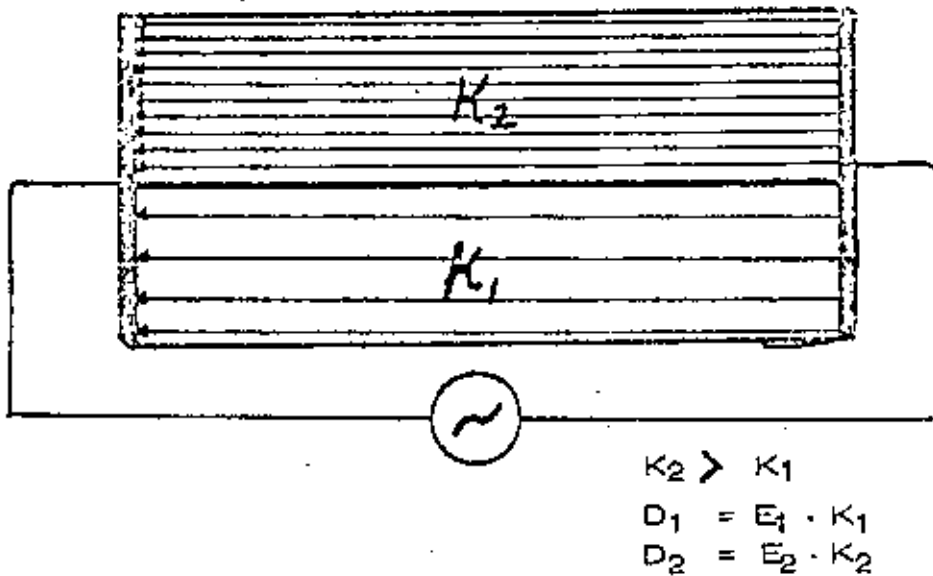


Fig. # 8

La diferencia de potencial aplicada a ambos dieléctricos es la --  
misma:

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{D_1}{K_1} = \frac{D_2}{K_2}$$

$$D_2 = \frac{K_2}{K_1} D_1 \quad D_2 > D_1$$

o sea que la densidad de flujo es mayor en el aislamiento de mayor constante dieléctrica.

2.2.3.3 Considerando los aislamientos dispuestos en forma angular o sea que la interfase de los aislamientos no es perpendicular ni paralela al campo eléctrico.

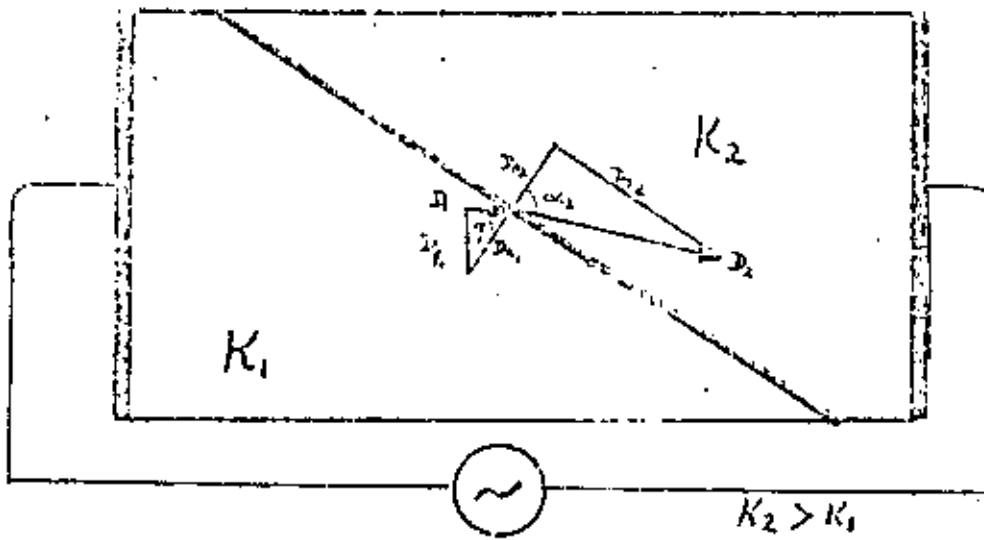


Fig. N° 9

Descomponiendo  $E_1$  y  $E_2$  y  $D_1$  y  $D_2$  en sus respectivos componentes normales y tangenciales a la interfase y aplicando lo deducido en los casos anteriores y siendo  $\alpha_1$ , el ángulo de incidencia y  $\alpha_2$  el ángulo de refracción tenemos:

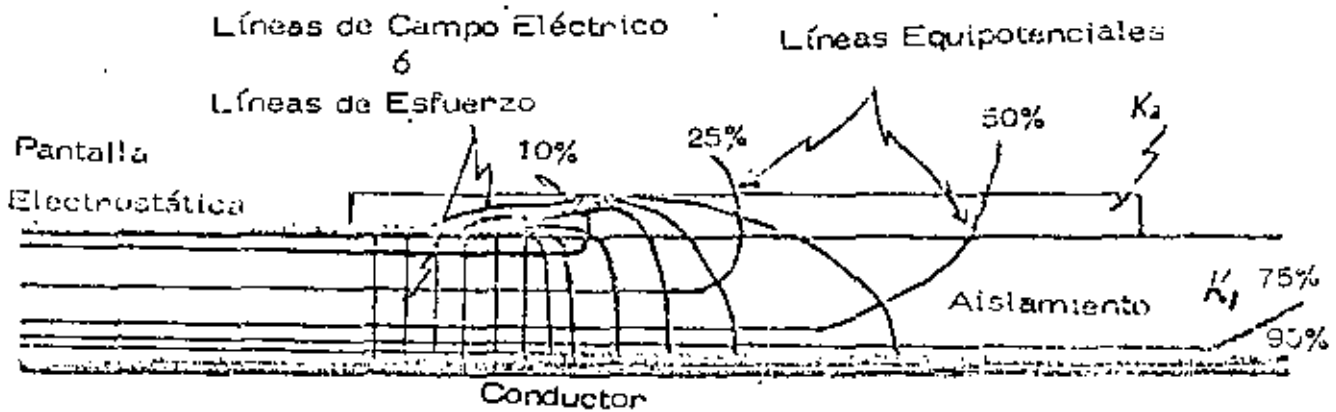
$$D_{n2} = D_{n1}$$

$$D_{T2} = D_{T1} \frac{K_2}{K_1}$$

resultando que:

$$\frac{\text{Tg } \alpha_2}{\text{Tg } \alpha_1} = \frac{K_2}{K_1}$$

2.2.3.4 Aplicando lo antes visto a un conductor tenemos: que las líneas de campos eléctricos o de esfuerzos que se originan y parten perpendicularmente del conductor, atraviesan el aislamiento y se refractan en la interfase del aislamiento y del material de mayor constante dieléctrica y se dirigen por dentro del mismo hacia el blindaje electrostático.



Control de Campo con materiales de constantes dieléctricas más altas que el aislamiento.

Fig. N° 10

Debido a la elevada constante dieléctrica se permiten valores de densidad  $D=E \cdot K_1$  muy elevados con bajos valores resultantes de gradientes de potencial, produciéndose una distribución lineal del voltaje

48

Estas propiedades son utilizadas por los accesorios a base de cintas especiales y tubos termococontráctiles.

### 3 Clasificación de accesorios.

#### 3.1 Clasificación de Empalmes.

Los empalmes se pueden clasificar según su

3.1.1 Aplicación: pudiendo estos ser Rectos para continuar un conductor ó con Derivación para sacar de un circuito un ramal u acornetada.

3.1.2 Tipo de conexión: Esta puede ser Permanente o sea que no se puede eliminar ando esta la que se usa más frecuentemente ó separable cuando esta conexión se puede eliminar utilizándose en contados casos.

3.1.3 Tipo de aislante: El aislamiento para hacer un empalme puede ser: Cintas, cuando se utilizan diferentes cintas para restituir los elementos del cable. Preabricados: Estos elementos contienen ya prefabricados todos los elementos del cable. Thermococontráctiles: Cuando se utilizan materiales termococontráctiles para reponer los elementos del cable. Rellenos: Cuando se utilizan moldes y estos son rellenos con resinas o materiales asfálticos para hacer el aislamiento.

### 3.2 Clasificación de Terminales.

Las terminales las podemos clasificar según su

#### 3.2.1 Tipos de Instalación:

**Interior:** Cuando la terminal no tenga ninguna protección contra el medio ambiente.

**Exterior:** Cuando cuenta con protección con el medio ambiente.

#### 3.2.2 Número de fases:

**Monofásicas:** Cuando se encuentra instalada una terminal por cada fase ó conductor.

**Trifásicas:** Estas se instalan en cables trifásicos o en los que contienen 3 conductores aislados dentro de una misma cubierta.

#### 3.2.3 Forma de Alivio de Esfuerzos:

**Cintas:** Por medio de cintas se construye el cono de alivio de esfuerzos, y la protección exterior.

**Formoldeadas:** Dentro de una unidad de material plástico se diseña y construye el cono de alivio formando este una sola pieza con el resto del aislamiento.

**Termocontractiles:** Con materiales termocontractiles.

elaboran el cono de alivio y protección exterior.

**Porcelana:** Son aquellas que utilizan casquillos de porcelana y rellenos de distintos materiales y compuestos aislantes siendo la porcelana la protección contra el medio ambiente.

### 3.3 Conectores premoldeados:

Accesorios que nos sirven para conectar las redes subterráneas a los diferentes equipos y hacen la función de un empalme o terminal indistintamente según se utilicen y se pueden clasificar dependiendo de su operación en:

#### 3.3.1 Conectores de Operación sin carga y sin potencial.

Estos conectores tienen interconstruido en su interior el cono de alivio y no están capacitados para ser operados con energía. Para la operación de estos accesorios es necesario desenergizar totalmente el sistema.

#### 3.3.2 Conectores de Operación con Carga y con Potencial.

Estos conectores, como los anteriores, también tienen interconstruido el cono de alivio y además están capacitados por medio de elementos de interrupción de arco a operar con carga y potencial inclusive se pueden operar en condiciones de circuito corto ó sea "cierra con falla".







centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

MEDIOS SOPORTE Y PROTECCION DE LOS CONDUCTORES

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

OCTUBRE, 1980




# TEMA: MEDIOS DE CANALIZACION

- MEDIOS de SOPORTE Y PROTECCION DE LOS CONDUCTORES

## CANALIZACION ELECTRICA :- (ROIE 2-1).

'CONDUCTORES o CABLES y TUBERIAS u OTROS DUCTOS y SUS ACCESORIOS, QUE CONSTITUYEN UNA RED DE UTILIZACION ELECTRICA... EN INTERIORES DE EDIFICIOS"... ..

## ELEMENTOS INTEGRANTES DE UN MEDIO DE CANALIZACION :-

- CONDUCTORES
-  - MEDIOS de SOPORTE y PROTECCION Cond.
- MEDIOS o DISPOSITIVOS DE CONTROL Y PROTECCION ELECTRICA

¿PROTECCION? → V.s :

- CORROSION
- DAÑO MECANICO

(ROIE 10-3)

## PROTECCION vs CORROSION

- MATERIAL RESISTENTE (EJ. AL.).
- RECUBRIMIENTO (INT y EXT) DE CAPA RESISTENTE (galv.)
- PINTURA → SOLO INTERIORES
  - NO {
    - + CONDICIONES SEVERAS (EJ. PLANTAS QUIMICAS)
    - + CERCA DE COSTA

## PROTECCION vs DAÑO MECANICO

- SI EXISTE EXPOSICION:
  - CUBIERTA
  - RESGUARDO

# CARACTERISTICAS GENERALES

## MEDIOS de CANALIZACION

- CONTINUIDAD ENTRE 2 SALIDAS  
ACCESORIOS CONSECUTIVOS
- PUEDE ALOJAR CONDUCTORES DE DIFERENTES SISTEMAS : A MAX. 600V → NO COMUNICACION.
- CANTIDAD DE CONDUCTORES DEBERA PERMITIR:  
FACILIDAD PARA COLOCARLOS  
FACILIDAD PARA REMOVERLOS  
FACILIDAD PARA DISIPAR CALOR
- EVITAR CIRCULACION DE AIRE ENTRE PARTES DE LA CANALIZACION EXPUESTAS A DIFERENTES TEMPERATURAS.
- EVITAR CIRCULACION DE CUALQUIER CORRIENTE POR CARGA INDUCIDA
- MAS de 150V A TIERRA  
CONTINUIDAD ELECTRICA  
CONEXION A TIERRA
- REDUCIR PROPAGACION INCENDIOS

## CANALIZACIONES EN R.O.I.E :-

### AP. III :

- ART-12 LINEA ABIERTA.
- ART-13 CABLE SIN FORRO METALICO SOBRE AISLADORES
- ART-14 CABLE VISIBLE CON FORRO DE PLOMO
- ART-15 MOLDURAS METALICAS SUPERFICIALES
- ART-16 CONDUIT FLEXIBLE ó CABLE 9/CUBIERTA MET.F X.
- ART-17 TUBO CONDUIT METALICO.
- ART-18 MOLDURAS NO METALICAS. (EXTENSIONES)
- ART-19 DUCTOS BAJO EL PISO
- ART-20 CANALES METALICAS
- ART-21 DUCTOS 9/BARRAS.

## CANALIZACIONES SIN REGLAMENTAR:-

- CHAROLAS
- TUBO CONDUIT NO METALICO
- INSTALACIONES ENTERRADAS
- ESTRUCTURALES
- CABLES CON PROTECCION INTEGRADA
- PREFABRICADAS (ARNESES)
- PROVISIONALES

# LINEA ABIERTA

(2-1)

"UNO ó VARIOS CONDUCTORES ----  
... SEPARADOS ... ó PARALELOS ...  
... NO EN DUCTO."

USO:-

NO

EXPOSICION

- DAÑO MECANICO
- AMBIENTE CORROSIVO
- GASES, POLVOS, INFLAMABLES

VENTAJA :

- COSTO MATERIAL  
INSTALACION
- AUMENTO CAPACIDAD  
PERMISIBLE CONDUCTORES  
(11-4)



TABLA NÚMERO 2

**CORRIENTE EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS DENTRO DEL DUCTO**

Basada en temperatura ambiente de 30°C y en má. de 3 conductores en un ducto  
(Para otros casos véase la Fracción 11-4.)

Temperatura permisible y material del aislamiento

CONDUCTOR CÁBIDE A.I.C. o M.C.M.	Temperatura permisible y material del aislamiento			
	Seda de Transvered en milímetros qua- drados.	60°C Papel Termoplástico o similar.	75°C Hule o similar.	100°C Papel Termoplástico o similar. Cambrey barnizado y asbesto o similar.
14	2	15	15	30
16	3	20	20	35
18	4	30	30	40
20	5	40	40	45
22	6	50	50	50
24	7	55	55	55
26	8	60	60	60
28	9	65	65	65
30	10	70	70	70
32	11	75	75	75
34	12	80	80	80
36	13	85	85	85
38	14	90	90	90
40	15	100	100	100
42	16	105	105	105
44	17	110	110	110
46	18	115	115	115
48	19	120	120	120
50	20	125	125	125
52	21	130	130	130
54	22	135	135	135
56	23	140	140	140
58	24	145	145	145
60	25	150	150	150
62	26	155	155	155
64	27	160	160	160
66	28	165	165	165
68	29	170	170	170
70	30	175	175	175
72	31	180	180	180
74	32	185	185	185
76	33	190	190	190
78	34	195	195	195
80	35	200	200	200
82	36	205	205	205
84	37	210	210	210
86	38	215	215	215
88	39	220	220	220
90	40	225	225	225
92	41	230	230	230
94	42	235	235	235
96	43	240	240	240
98	44	245	245	245
100	45	250	250	250
102	46	255	255	255
104	47	260	260	260
106	48	265	265	265
108	49	270	270	270
110	50	275	275	275
112	51	280	280	280
114	52	285	285	285
116	53	290	290	290
118	54	295	295	295
120	55	300	300	300
122	56	305	305	305
124	57	310	310	310
126	58	315	315	315
128	59	320	320	320
130	60	325	325	325
132	61	330	330	330
134	62	335	335	335
136	63	340	340	340
138	64	345	345	345
140	65	350	350	350
142	66	355	355	355
144	67	360	360	360
146	68	365	365	365
148	69	370	370	370
150	70	375	375	375
152	71	380	380	380
154	72	385	385	385
156	73	390	390	390
158	74	395	395	395
160	75	400	400	400
162	76	405	405	405
164	77	410	410	410
166	78	415	415	415
168	79	420	420	420
170	80	425	425	425
172	81	430	430	430
174	82	435	435	435
176	83	440	440	440
178	84	445	445	445
180	85	450	450	450

TABLA NÚMERO 3

**CORRIENTE MÁXIMA EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS EN LÍNEA ABIERTA**

Basada en temperatura ambiente de 30°C para temperatura ambiente mayor aplicar los factores de corrección dados en la Tabla número 2.

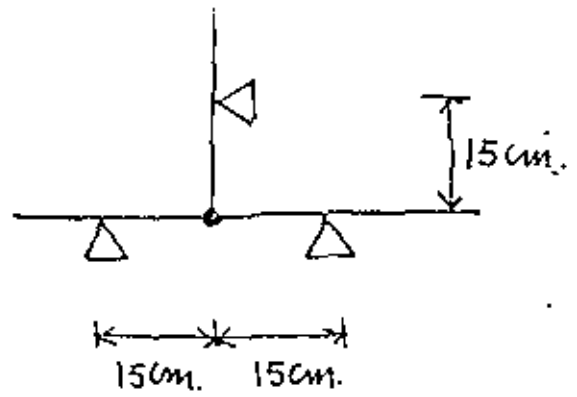
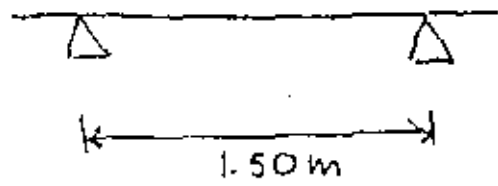
Véanse las disposiciones de la Fracción 11-4

TEMPERATURA PERMISIBLE Y MATERIAL DEL AISLAMIENTO

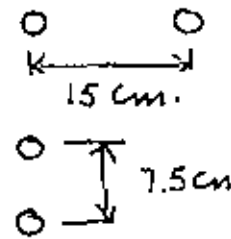
CONDUCTOR CÁBIDE A.I.C. o M.C.M.	Temperatura permisible y material del aislamiento			
	Seda de Transvered en milímetros qua- drados.	60°C Papel Termoplástico o similar.	75°C Hule o similar.	100°C Papel Termoplástico o similar. Cambrey barnizado y asbesto o similar.
14	2	15	15	30
16	3	20	20	35
18	4	30	30	40
20	5	40	40	45
22	6	50	50	50
24	7	55	55	55
26	8	60	60	60
28	9	65	65	65
30	10	70	70	70
32	11	75	75	75
34	12	80	80	80
36	13	85	85	85
38	14	90	90	90
40	15	100	100	100
42	16	105	105	105
44	17	110	110	110
46	18	115	115	115
48	19	120	120	120
50	20	125	125	125
52	21	130	130	130
54	22	135	135	135
56	23	140	140	140
58	24	145	145	145
60	25	150	150	150
62	26	155	155	155
64	27	160	160	160
66	28	165	165	165
68	29	170	170	170
70	30	175	175	175
72	31	180	180	180
74	32	185	185	185
76	33	190	190	190
78	34	195	195	195
80	35	200	200	200
82	36	205	205	205
84	37	210	210	210
86	38	215	215	215
88	39	220	220	220
90	40	225	225	225
92	41	230	230	230
94	42	235	235	235
96	43	240	240	240
98	44	245	245	245
100	45	250	250	250
102	46	255	255	255
104	47	260	260	260
106	48	265	265	265
108	49	270	270	270
110	50	275	275	275
112	51	280	280	280
114	52	285	285	285
116	53	290	290	290
118	54	295	295	295
120	55	300	300	300
122	56	305	305	305
124	57	310	310	310
126	58	315	315	315
128	59	320	320	320
130	60	325	325	325
132	61	330	330	330
134	62	335	335	335
136	63	340	340	340
138	64	345	345	345
140	65	350	350	350
142	66	355	355	355
144	67	360	360	360
146	68	365	365	365
148	69	370	370	370
150	70	375	375	375
152	71	380	380	380
154	72	385	385	385
156	73	390	390	390
158	74	395	395	395
160	75	400	400	400
162	76	405	405	405
164	77	410	410	410
166	78	415	415	415
168	79	420	420	420
170	80	425	425	425
172	81	430	430	430
174	82	435	435	435
176	83	440	440	440
178	84	445	445	445
180	85	450	450	450

# MONTAJE

## CONDICIONES MINIMAS

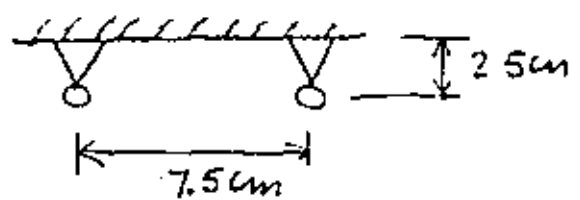
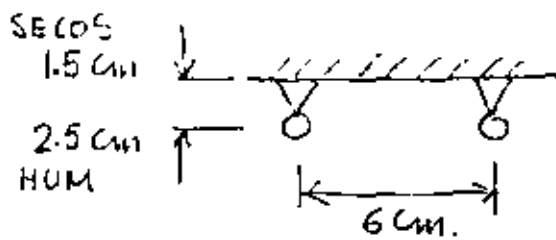


# BAWA MINIMO



300 V

600 V

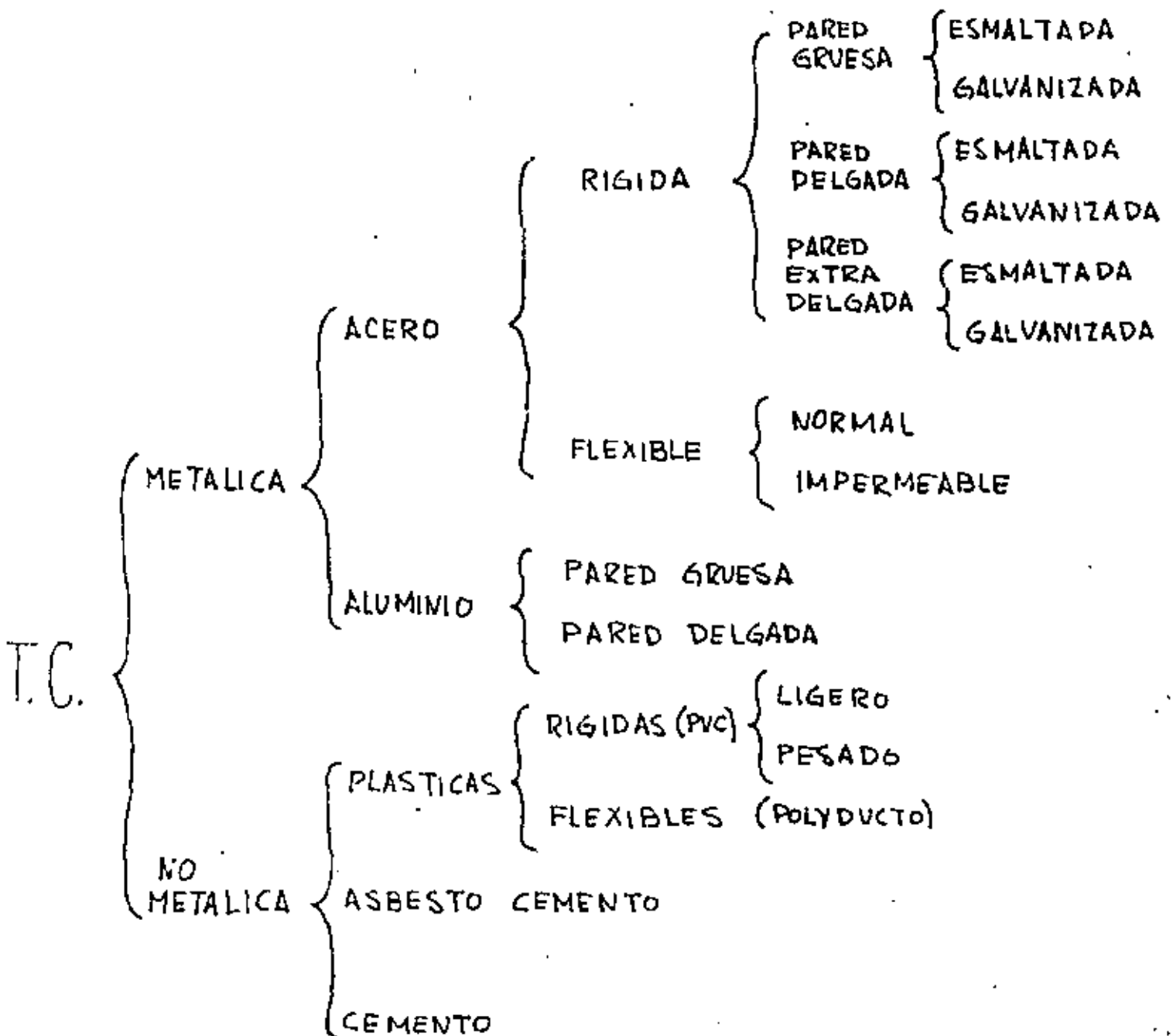


# CANALIZACION CON TUBERIA "CONDUIT"

"CONDUIT" = TUBERIA DISEÑADA Y FABRICADA ESPECIALMENTE PARA ALOJAR CONDUCTORES.

- SUPERFICIE INTERIOR ADECUADA.
- PERMITE DOBLEZ.

## TIPOS DE TUBERIA CONDUIT:



# VENTAJAS del TUBO CONDUIT METALICO

- ) PROTECCION vs CORROSION
- ) PROTECCION MECANICA
- ) CONTINUIDAD ELECTRICA
- ) ESTANQUEIDAD
- ) APARIENCIA

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS  
CARACTERISTICAS DE LAS DIVERSAS  
TUBERIAS CONDUIT METALICAS.

	ALUMINIO		A C E R O					
	P.G.	P.D.	P.G.		P.D.		P.E.D.	
			GALV.	ESM.	GALV.	ESM.	GALV.	ESM.
PROTECCION vs CORROSION	1	2	3	6	4	7	5	8
PROTECCION MECANICA	2	4	1	1	3	3	5	5
CONTINUIDAD ELECTRICA	1	3	2	2	4	4	5	5
ESTANQUEIDAD	1	2	1	1	3	3	4	4
APARIENCIA	1	4	2	3	5	7	6	8

# USOS TÍPICOS de las TUBERIAS CONDUIT

- PARED GRUESA GALV.	INDUSTRIA - INTERIOR y EXT. - APARENTE
- PARED GRUESA ESM.	INDUSTRIA - INTERIOR - OCULTA
- PARED DELG. GALV.	RESIDENCIAL EXTERIOR
- PARED DELG. ESM.	RESIDENCIAL INTERIOR - OCULTA.
- PARED EXT. DELG. GALV.	RESIDENCIAL ECONOMICA - EXTERIOR
- PARED EXT. DELG. ESM.	RESIDENCIAL ECONOMICA - INTERIOR - OCULTA.
- FLEXIBLE NORMAL	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES SECOS
- FLEXIBLE IMPERN.	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES HUMEDOS.
- ALUMINIO P.G.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - RESIST. MECANICA
- ALUMINIO P.D.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO -
- PLASTICA RIG. PESADA	JARDINES - EXTERIORES
- PLASTICA RIG. LIGERA	INTERIOR - RESIDENCIAL
- PLASTICA FLEXIBLE	RESIDENCIAL ECONOMICA - EMPOTRADA.
- ASBESTO CEMENTO	DIST. EXTERIOR - ENTERRADA.
- CEMENTO	ALUMBRADO PUBLICO



# TUBERIA PARED GRUESA

VS

# TUBERIA PARED DELGADA

DIFERENCIA:-

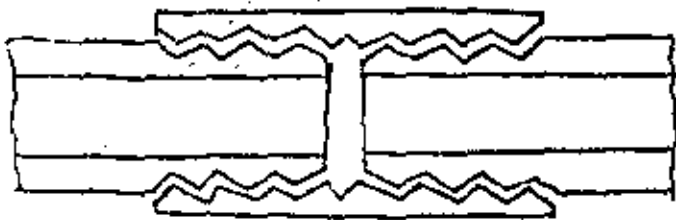
P.G. se puede roscar.

P.D. no se puede roscar

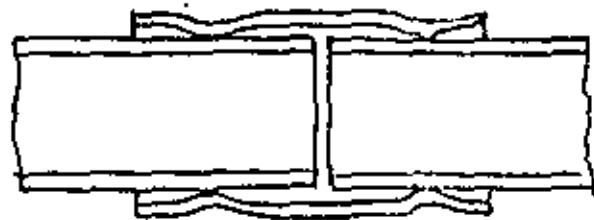


ACOPLAMIENTO

P.G.



P.D.



MAS RIGIDEZ  
MEJOR CONTINUIDAD.  
MEJOR ESTANQUEIDAD.



# TUBERIA PLASTICA

(POLYDUCTO)

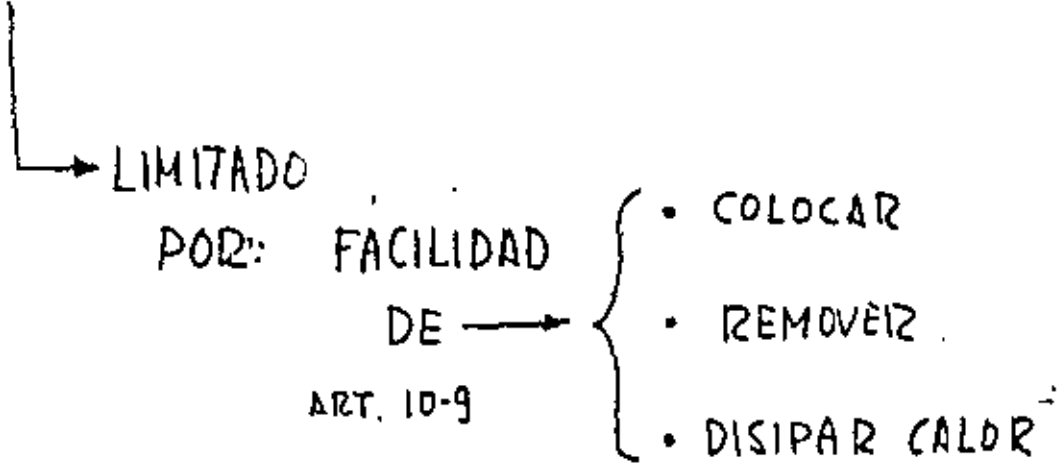
## PROBLEMAS.

- ) ES COMBUSTIBLE
  - SÓLO USARLA EMPOTRADA
  
- ) NO ES ELECTRICAMENTE CONTINUA
  - USAR UN CONDUCTOR EXTRA (DESHUCO) DE PUESTA A TIERRA
  
- ) POCA RESISTENCIA MECANICA
  - CUIDADO EXTRA.
  - PROTECCIONES.

# CONDICIONES de DISEÑO:

•) DIAMETRO MINIMO 13mm (1/2") ART. 17-4.

•) NUMERO PERMITIDO de CONDUCTORES:



•) AREA UTIL (FACTOR de RELLENO).

INSTALACION NUEVA.	{	1 CONDUCTOR ————— 55% de AREA INT		
		2 CONDUCTORES ————— 30%	✓	-
		3 o MAS CONDUCTORES — 40%	-	-
REPARACION	{	1 CONDUCTOR ————— 60%	-	-
		2 CONDUCTORES ————— 40%	-	-
		3 o MAS CONDUCTORES — 50%	-	-

4 CONDUCTORES # 14 --- 34.8 mm<sup>2</sup>  
 2 CONDUCTORES # 8 --- 79.0 mm<sup>2</sup>  
 3 CONDUCTORES # 10 --- 43.0 mm<sup>2</sup>  
 9 COND. TOTAL = 156.8 mm<sup>2</sup>

138 < 156.8 < 223  
 40% 19mm      40% 25mm

FACTOR RELLENO = 40%

DEBE SER  
 25 mm

TABLA DE FACTOR DE RELLENO EN INSTALACIONES ELECTRICAS

TUBERIA CONDUIT JUPITER

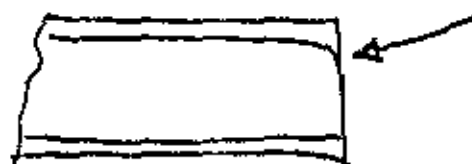
DIAMETRO NOMINAL EN mm.	DIAMETRO INTERIOR EN mm.	SECCION INTERIOR EN mm <sup>2</sup>	SECC. UTIL. EN INSTALACIONES NUEVAS				SECC. UTIL. EN REPARACION		
			1 COND. 50%	2 COND. 31%	3 COND. 43%	4 MAS 40%	1 COND. 50%	2 COND. 40%	3 MAS 60%
13	17.45	241.5	104	61	64	76	118	76	83
19	22.36	392.3	182	107	143	130	206	138	172
25	28.20	624.5	295	173	240	223	334	223	270
32	36.70	1057.7	511	299	415	386	579	386	482
36	42.60	1426.0	696	407	565	526	788	526	677
51	54.34	2315.1	1147	671	931	866	1299	866	1087
63	66.16	3437.5	1637	957	1328	1235	1853	1235	1544
76	82.06	5288.5	2527	1478	2057	1907	2861	1907	2384
102	106.70	8541.6	4353	2516	3532	3285	4928	3285	4107

SECCION DE CONDUCTORES CON FORRO TW

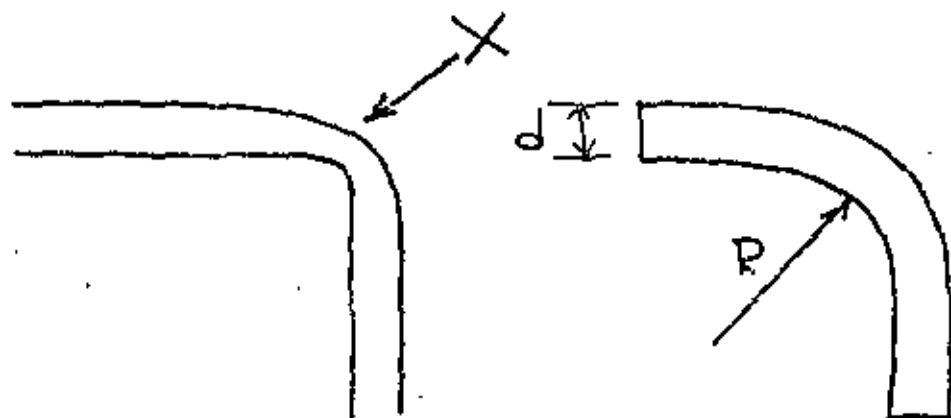
CALIBRE AWG O MC	DIAMETRO APROX. mm.	SECCION APROXIMADA mm <sup>2</sup>	2 HILOS mm <sup>2</sup>	4 HILOS mm <sup>2</sup>	4 HILOS mm <sup>2</sup>	6 HILOS mm <sup>2</sup>	6 HILOS mm <sup>2</sup>	7 HILOS mm <sup>2</sup>	8 HILOS mm <sup>2</sup>
18	2.69	5.683	11.4	12.0	22.7	28.4	35.7	39.6	45.5
16	3.00	7.069	14.1	21.2	28.3	35.3	42.4	49.5	56.6
14	3.33	8.709	17.4	26.1	34.8	43.5	52.3	61.0	69.7
12	3.76	11.104	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8
10	4.27	14.320	28.6	43.0	57.3	71.6	85.9	100.2	114.6
8	5.79	26.330	52.7	79.0	104.3	131.7	159.0	186.3	213.6
6	8.23	52.812	105.6	158.4	211.2	264.1	316.9	369.7	422.5
4	9.54	70.138	140.3	210.4	280.8	350.7	420.6	490.5	561.1
3	10.19	81.583	163.1	244.7	326.2	407.8	489.3	570.8	652.4
2	11.00	95.033	190.1	285.1	380.1	475.2	570.2	665.2	760.3
1	12.90	130.698	261.4	392.1	522.7	655.5	788.2	921.0	1045.6
0	13.94	152.621	305.2	457.9	612.5	755.1	915.7	1078.3	1221.0
00	15.11	179.316	358.6	537.9	717.2	883.3	1071.9	1255.7	1434.5
000	16.43	211.014	422.0	633.0	844.1	1050.1	1266.1	1477.1	1688.1
0000	17.91	251.503	503.0	755.8	1007.7	1259.7	1511.3	1763.5	2015.4
250,000	20.02	314.188	628.4	944.4	1259.0	1573.9	1886.7	2203.6	2518.3
300,000	21.42	360.017	720.0	1080.1	1440.1	1760.1	2160.1	2520.1	2880.1
400,000	22.73	405.773	811.5	1217.3	1625.1	2020.9	2434.7	2880.4	3346.4
500,000	23.93	449.754	899.5	1349.3	1799.0	2248.3	2698.5	3153.0	3598.0
600,000	26.14	530.662	1073.3	1610.0	2149.0	2623.3	3220.0	3700.6	4293.3
700,000	29.03	661.687	1323.0	1985.7	2647.5	3300.4	3971.3	4633.2	5295.1
800,000	30.48	729.629	1459.3	2180.0	2910.0	3646.3	4378.0	5149.8	5837.3
900,000	32.50	832.643	1665.3	2497.9	3330.0	4103.2	4992.0	5873.5	6661.1
950,000	34.16	916.886	1833.0	2749.5	3665.0	4532.0	5499.6	6470.0	7332.0
1,000,000	35.66	998.740	1997.0	2990.0	3985.0	4991.0	5992.0	7090.0	7990.0

# CONDICIONES de MONTAJE :-

① ESCARIADO

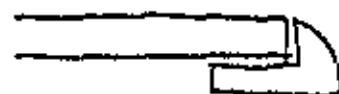
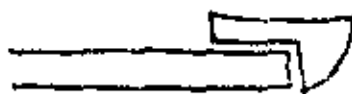


② DOBLADO



$$R \geq 6d$$

③ MONITORES:



④ CURVAS :-

Nº MAXIMO

•) RECOMENDABLE → 2 de 90°

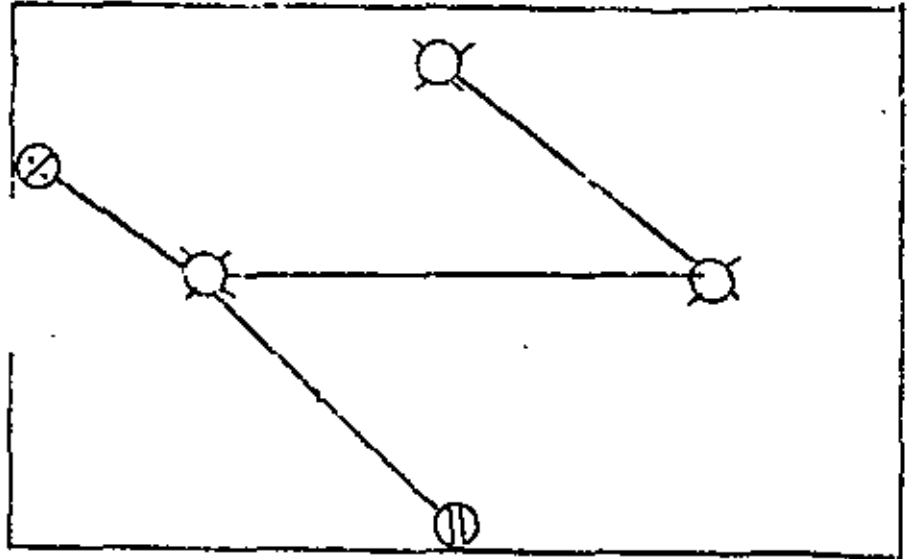


•) PERMITIDO → 4 de 90° (CON RADIO AMPLIO).

# TRAYECTORIAS:

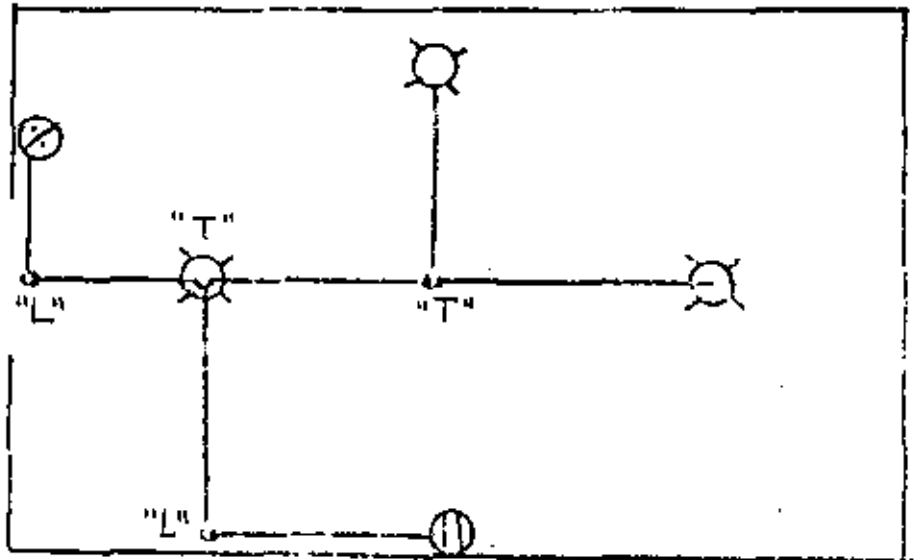
INSTALACION  
OCULTA:

TRAYECTORIAS LO  
MAS CORTAS  
POSIBLE →



INSTALACION  
APARENTE:

TRAYECTORIAS  
PARALELAS A  
EJES ESTRUCTURALES →



# CAJAS de CONEXIONES

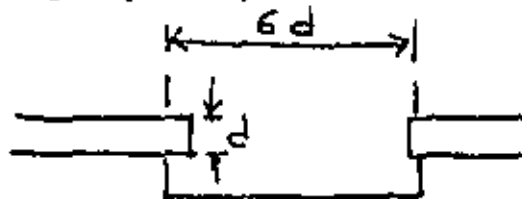
- ) LOS CONDUCTORES DEBEN SER CONTINUOS EN EL INTERIOR DE LAS TUBERIAS

- ) FIN CAJAS :
  - ) CONEXION a UTILIZACION
  - ) CONEXIONES de CABLES
  - ) FACILIDAD PARA CABLEAR.

- ) DIMENSIONES CAJAS :-

PROFUNDIDAD MINIMA (22-2)  $\rightarrow$  35mm (13mm EX.)

ANCHO MINIMO (22-3)



- ) NUMERO MAXIMO de CONDUCTORES CONTENIDO :-

VOLUMEN OCUPADO  
POR CONDUCTORES  
MAS CONEXIONES



60% del volumen  
interior o espacio  
Libre

# Nº CONDUCTORES EN CAJAS

70-166

## NATIONAL ELECTRICAL CODE

**Table 370-6(a)(1). Deep Boxes**

Box Dimensions, Inches Trade Size	Cubic Inch Cap	Maximum Number of Conductors			
		No. 14	No. 12	No. 10	No. 8
0 1/2 x 1 1/2 Octagonal	10.9	5	4	4	3
1 1/2 x 2 1/2 "	11.9	5	5	4	3
4 x 1 1/2 "	17.1	8	7	6	5
4 x 2 1/2 "	23.6	11	10	9	7
4 x 4 1/2 Square	22.6	11	10	9	7
4 x 2 1/8 "	31.9	15	14	12	10
4 1/2 x 16 x 1 1/2 Square	32.2	16	14	12	10
4 1/2 x 16 x 2 1/8 "	46.4	23	20	18	15
1 x 2 x 1 1/2 Device	7.9	3	3	3	2
1 x 2 x 2 "	10.7	5	4	4	3
1 1/2 x 2 x 2 1/2 "	11.3	5	5	4	3
1 1/2 x 2 x 2 1/4 "	13	6	5	5	4
1 1/2 x 2 x 2 1/8 "	14.4	7	6	5	4
1 1/2 x 2 x 1 3/4 "	18.5	9	8	7	6
4 x 2 1/2 x 1 1/2 "	11.1	5	4	4	3
1 1/2 x 2 1/2 x 1 1/2 "	13.9	6	6	5	4
4 x 2 1/2 x 2 1/2 "	18.6	7	6	6	5

See Section 370-18 where boxes are used as pull and junction boxes

**Table 370-6(a)(2) Shallow Boxes**

Box Dimensions, Inches Trade Size	Maximum Number of Conductors		
	No. 14	No. 12	No. 10
1 1/2 x 4	4	4	3
4 x 4	6	6	4
1 1/2 x 4 Square	9	7	6
4 1/2 x 16	8	6	6

Any box less than 1 1/2 inch deep is considered to be a shallow box.

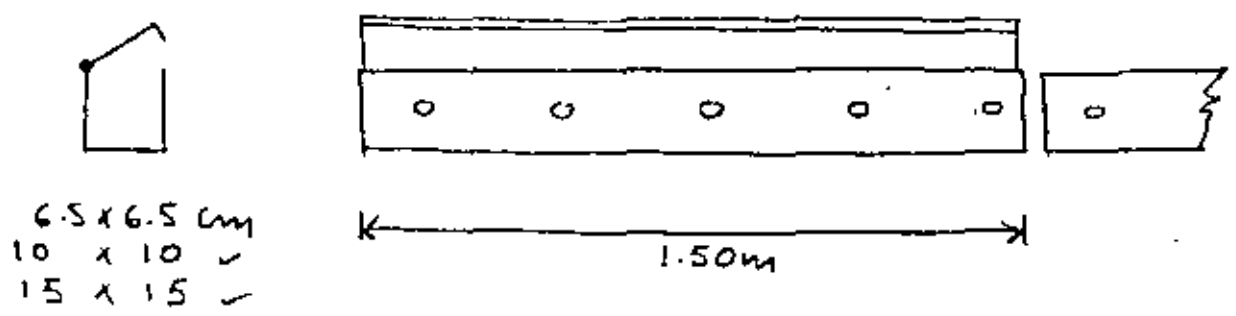
**Table 370-6(b). Volume Required Per Conductor**

Size of Conductor	Free Space Within Box for Each Conductor
No. 14	2 cubic inches
No. 12	2.25 cubic inches
No. 10	2.5 cubic inches
No. 8	3 cubic inches
No. 6	3.5 cubic inches

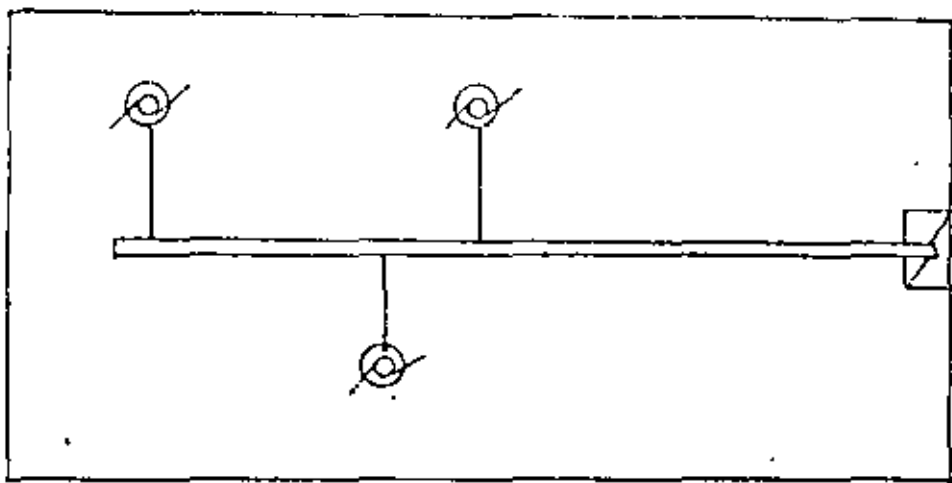
# CANALIZACION a BASE de DUCTOS METALICOS

- ) DUCTO EMBISAGRADO (Lay-In)
- ) DUCTO ALIMENTADOR (Feed-In)
- ) DUCTO DISTRIBUIDOR (Plug-In).

## I) DUCTO EMBISAGRADO (ART. 20).



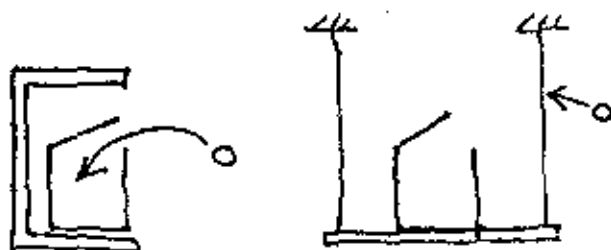
## USO: -





## LIMITACIONES:-

- ) INTERIORES
- ) APARENTES
- ) LUGARES SECOS
- ) NO EXPUESTO a DAÑO MECANICO
- ) NO EXPUESTO a GASES, VAPORES, etc.
- ) NO MAS de 30 CONDUCTORES  
(excepto control)
- ) SOPORTE CADA 1.5m. (3m → construcciones especiales).



- ) PUEDEN EXISTIR CONEXIONES INTERIORES, CON UN FACTOR de RELLENO de 75%. (NEC-362-6).

## VENTAJAS:-

- INSTALACION RAPIDA
- CABLEADO SENCILLO
- GRAN FLEXIBILIDAD
- ECONOMIA vs SECCIONES EQUIVALENTES de TUBERIA.  
(Fact. Relleno = 40%).

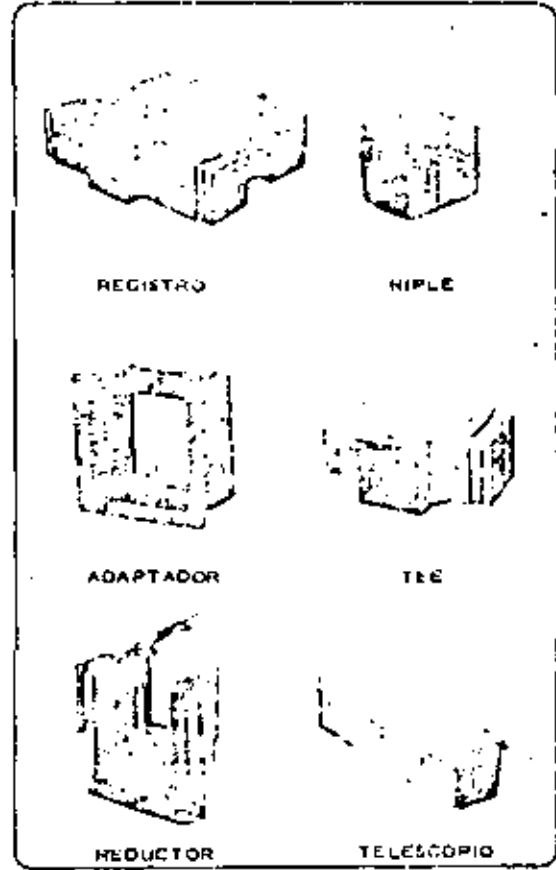
### COSTO POR mm<sup>2</sup> UTILIZABLE

TUBO CONDUIT GALV	13mm.	AREA UTIL (mm <sup>2</sup> )	COSTO (%)
✓	✓	78	100
✓	✓	136	83
✓	✓	222	77
✓	✓	390	66
✓	✓	530	61
✓	✓	870	47
✓	✓	1240	66
✓	✓	1580	64
✓	✓	3300	48
DUCTO 6.5x6.5cm		1690	54
DUCTO 10x10cm.		4000	27
DUCTO 15x15cm		9000	24

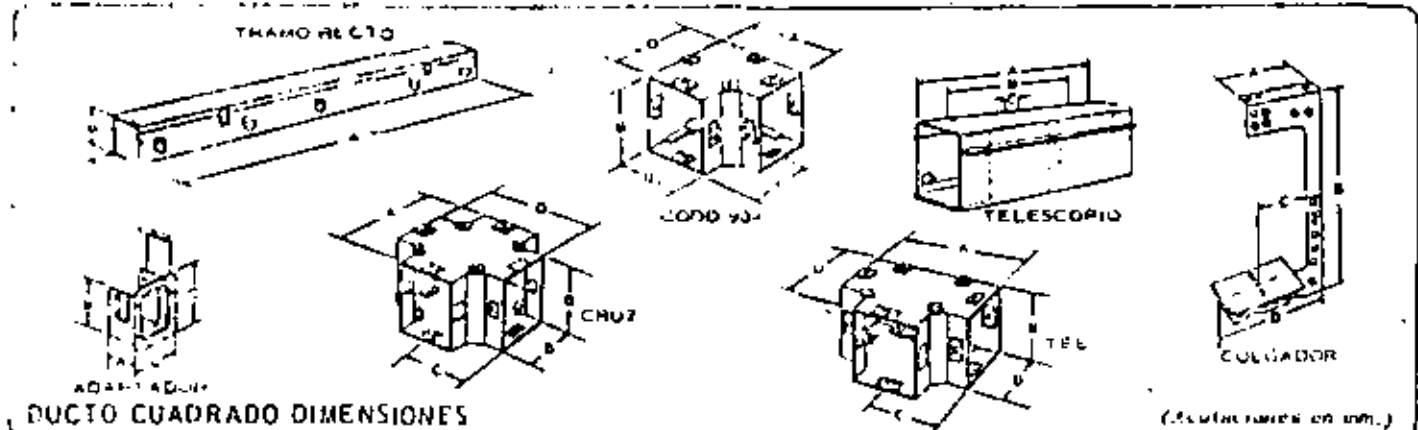
# DUCTO CUADRADO EMBISAGRADO

Número máximo de conductores de un mismo calibre que pueden ser alojados en los ductos.  
 No requiere de reducción de la capacidad del conductor hasta más de 10 conductores.

Alteza del ducto	Área del cable con tierra en cm <sup>2</sup> Tipo THW	No. Máxima de Conductores en Ducto 1		
		6.5 x 6.5 cm.	10 x 10 cm.	15 x 15 cm.
18	0.102	92	227	533
12	0.132	72	186	428
10	0.166	55	142	371
8	0.222	30	78	176
6	0.315	15	39	87
4	0.650	11	29	68
3	0.765	9	25	57
2	0.915	8	21	48
1	1.247	6	15	35
0	1.474	5	11	30
00	1.767	4	7	25
500	2.011	3	7	21
0000	2.435	3	8	18
250000	3.116	2	6	14
300000	3.496	2	5	12
400000	4.373	1	4	10
500000	5.183	1	3	6



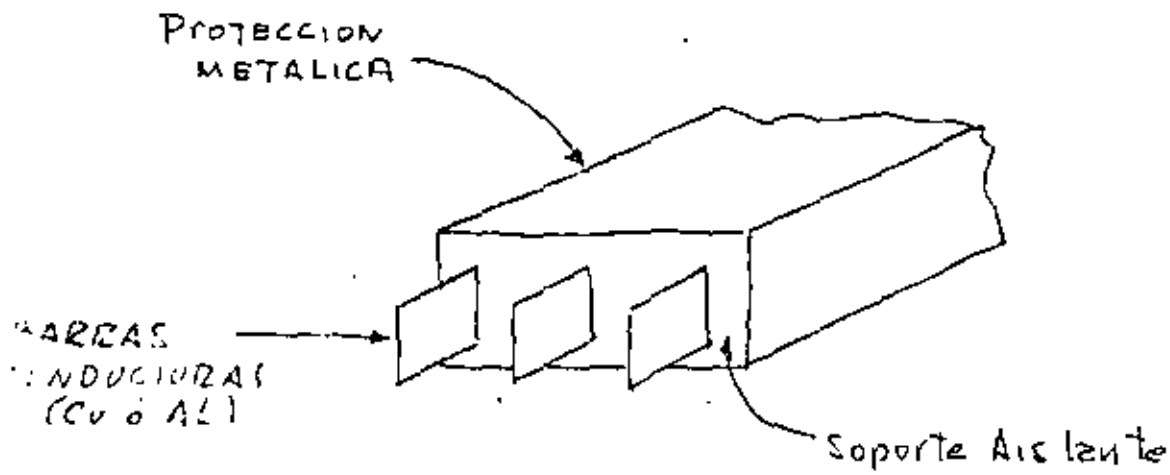
1. EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS, indica a lo largo de todo el número de las que se pueden instalar en un ducto, a más de que los alambres en exceso de 30 son para circuitos de señal y no control para unido y se usan solamente en el perímetro de arranque.



## DUCTO CUADRADO DIMENSIONES

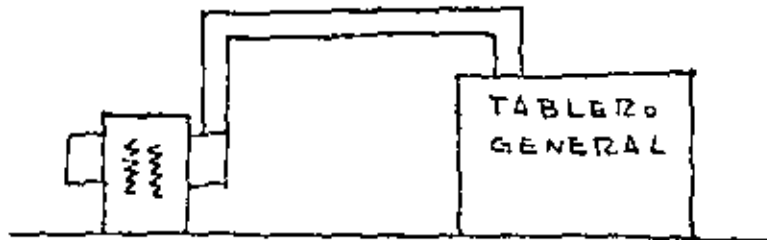
DUCTO 6.5 x 6.5 cm.					DUCTO 10 x 10 cm.					DUCTO 15 x 15 cm.				
CAT. No.	A	B	C	D	CAT. No.	A	B	C	D	CAT. No.	A	B	C	D
LD1	104	104	104	---	LD81	104	105	105	---	LD61	104	105	105	---
LD2	105	105	105	---	LD82	105	105	105	---	LD62	105	105	105	---
LD3	106	106	106	---	LD83	106	106	106	---	LD63	106	106	106	---
LD4	107	107	107	---	LD84	107	107	107	---	LD64	107	107	107	---
LD5	108	108	108	---	LD85	108	108	108	---	LD65	108	108	108	---
LD6	109	109	109	---	LD86	109	109	109	---	LD66	109	109	109	---
LD7	110	110	110	---	LD87	110	110	110	---	LD67	110	110	110	---
LD8	111	111	111	---	LD88	111	111	111	---	LD68	111	111	111	---
LD9	112	112	112	---	LD89	112	112	112	---	LD69	112	112	112	---
LD10	113	113	113	---	LD90	113	113	113	---	LD70	113	113	113	---
LD11	114	114	114	---	LD91	114	114	114	---	LD71	114	114	114	---
LD12	115	115	115	---	LD92	115	115	115	---	LD72	115	115	115	---
LD13	116	116	116	---	LD93	116	116	116	---	LD73	116	116	116	---
LD14	117	117	117	---	LD94	117	117	117	---	LD74	117	117	117	---
LD15	118	118	118	---	LD95	118	118	118	---	LD75	118	118	118	---
LD16	119	119	119	---	LD96	119	119	119	---	LD76	119	119	119	---
LD17	120	120	120	---	LD97	120	120	120	---	LD77	120	120	120	---
LD18	121	121	121	---	LD98	121	121	121	---	LD78	121	121	121	---
LD19	122	122	122	---	LD99	122	122	122	---	LD79	122	122	122	---
LD20	123	123	123	---	LD100	123	123	123	---	LD80	123	123	123	---
LD21	124	124	124	---	LD101	124	124	124	---	LD81	124	124	124	---
LD22	125	125	125	---	LD102	125	125	125	---	LD82	125	125	125	---
LD23	126	126	126	---	LD103	126	126	126	---	LD83	126	126	126	---
LD24	127	127	127	---	LD104	127	127	127	---	LD84	127	127	127	---
LD25	128	128	128	---	LD105	128	128	128	---	LD85	128	128	128	---
LD26	129	129	129	---	LD106	129	129	129	---	LD86	129	129	129	---
LD27	130	130	130	---	LD107	130	130	130	---	LD87	130	130	130	---
LD28	131	131	131	---	LD108	131	131	131	---	LD88	131	131	131	---
LD29	132	132	132	---	LD109	132	132	132	---	LD89	132	132	132	---
LD30	133	133	133	---	LD110	133	133	133	---	LD90	133	133	133	---
LD31	134	134	134	---	LD111	134	134	134	---	LD91	134	134	134	---
LD32	135	135	135	---	LD112	135	135	135	---	LD92	135	135	135	---
LD33	136	136	136	---	LD113	136	136	136	---	LD93	136	136	136	---
LD34	137	137	137	---	LD114	137	137	137	---	LD94	137	137	137	---
LD35	138	138	138	---	LD115	138	138	138	---	LD95	138	138	138	---
LD36	139	139	139	---	LD116	139	139	139	---	LD96	139	139	139	---
LD37	140	140	140	---	LD117	140	140	140	---	LD97	140	140	140	---
LD38	141	141	141	---	LD118	141	141	141	---	LD98	141	141	141	---
LD39	142	142	142	---	LD119	142	142	142	---	LD99	142	142	142	---
LD40	143	143	143	---	LD120	143	143	143	---	LD100	143	143	143	---
LD41	144	144	144	---	LD121	144	144	144	---	LD101	144	144	144	---
LD42	145	145	145	---	LD122	145	145	145	---	LD102	145	145	145	---
LD43	146	146	146	---	LD123	146	146	146	---	LD103	146	146	146	---
LD44	147	147	147	---	LD124	147	147	147	---	LD104	147	147	147	---
LD45	148	148	148	---	LD125	148	148	148	---	LD105	148	148	148	---
LD46	149	149	149	---	LD126	149	149	149	---	LD106	149	149	149	---
LD47	150	150	150	---	LD127	150	150	150	---	LD107	150	150	150	---
LD48	151	151	151	---	LD128	151	151	151	---	LD108	151	151	151	---
LD49	152	152	152	---	LD129	152	152	152	---	LD109	152	152	152	---
LD50	153	153	153	---	LD130	153	153	153	---	LD110	153	153	153	---
LD51	154	154	154	---	LD131	154	154	154	---	LD111	154	154	154	---
LD52	155	155	155	---	LD132	155	155	155	---	LD112	155	155	155	---
LD53	156	156	156	---	LD133	156	156	156	---	LD113	156	156	156	---
LD54	157	157	157	---	LD134	157	157	157	---	LD114	157	157	157	---
LD55	158	158	158	---	LD135	158	158	158	---	LD115	158	158	158	---
LD56	159	159	159	---	LD136	159	159	159	---	LD116	159	159	159	---
LD57	160	160	160	---	LD137	160	160	160	---	LD117	160	160	160	---
LD58	161	161	161	---	LD138	161	161	161	---	LD118	161	161	161	---
LD59	162	162	162	---	LD139	162	162	162	---	LD119	162	162	162	---
LD60	163	163	163	---	LD140	163	163	163	---	LD120	163	163	163	---
LD61	164	164	164	---	LD141	164	164	164	---	LD121	164	164	164	---
LD62	165	165	165	---	LD142	165	165	165	---	LD122	165	165	165	---
LD63	166	166	166	---	LD143	166	166	166	---	LD123	166	166	166	---
LD64	167	167	167	---	LD144	167	167	167	---	LD124	167	167	167	---
LD65	168	168	168	---	LD145	168	168	168	---	LD125	168	168	168	---
LD66	169	169	169	---	LD146	169	169	169	---	LD126	169	169	169	---
LD67	170	170	170	---	LD147	170	170	170	---	LD127	170	170	170	---
LD68	171	171	171	---	LD148	171	171	171	---	LD128	171	171	171	---
LD69	172	172	172	---	LD149	172	172	172	---	LD129	172	172	172	---
LD70	173	173	173	---	LD150	173	173	173	---	LD130	173	173	173	---
LD71	174	174	174	---	LD151	174	174	174	---	LD131	174	174	174	---
LD72	175	175	175	---	LD152	175	175	175	---	LD132	175	175	175	---
LD73	176	176	176	---	LD153	176	176	176	---	LD133	176	176	176	---
LD74	177	177	177	---	LD154	177	177	177	---	LD134	177	177	177	---
LD75	178	178	178	---	LD155	178	178	178	---	LD135	178	178	178	---
LD76	179	179	179	---	LD156	179	179	179	---	LD136	179	179	179	---
LD77	180	180	180	---	LD157	180	180	180	---	LD137	180	180	180	---
LD78	181	181	181	---	LD158	181	181	181	---	LD138	181	181	181	---
LD79	182	182	182	---	LD159	182	182	182	---	LD139	182	182	182	---
LD80	183	183	183	---	LD160	183	183	183	---	LD140	183	183	183	---
LD81	184	184	184	---	LD161	184	184	184	---	LD141	184	184	184	---
LD82	185	185	185	---	LD162	185	185	185	---	LD142	185	185	185	---
LD83	186	186	186	---	LD163	186	186	186	---	LD143	186	186	186	---
LD84	187	187	187	---	LD164	187	187	187	---	LD144	187	187	187	---
LD85	188	188	188	---	LD165	188	188	188	---	LD145	188	188	188	---
LD86	189	189	189	---	LD166	189	189	189	---	LD146	189	189	189	---
LD87	190	190	190	---	LD167	190	190	190	---	LD147	190	190	190	---
LD88	191	191	191	---	LD168	191	191	191	---	LD148	191	191	191	---
LD89	192	192	192	---	LD169	192	192	192	---	LD149	192	192	192	---
LD90	193	193	193	---	LD170	193	193	193	---	LD150	193	193	193	---
LD91	194	194	194	---	LD171	194	194	194	---	LD151	194	194	194	---
LD92	195	195	195	---	LD172	195	195	195	---	LD152	195	1		

# DUCTO ALIMENTADOR



USO :- ALIMENTAR GRANDES CARGAS

EJ :-



- VENTAJAS:-
- ) BAJA IMPEDANCIA
  - ) RESISTENCIA MECANICA
  - ) RESISTENCIA a CTES C.C.
  - ) FACILIDAD de INSTALACION

# DUCTO ALIMENTADOR - USG

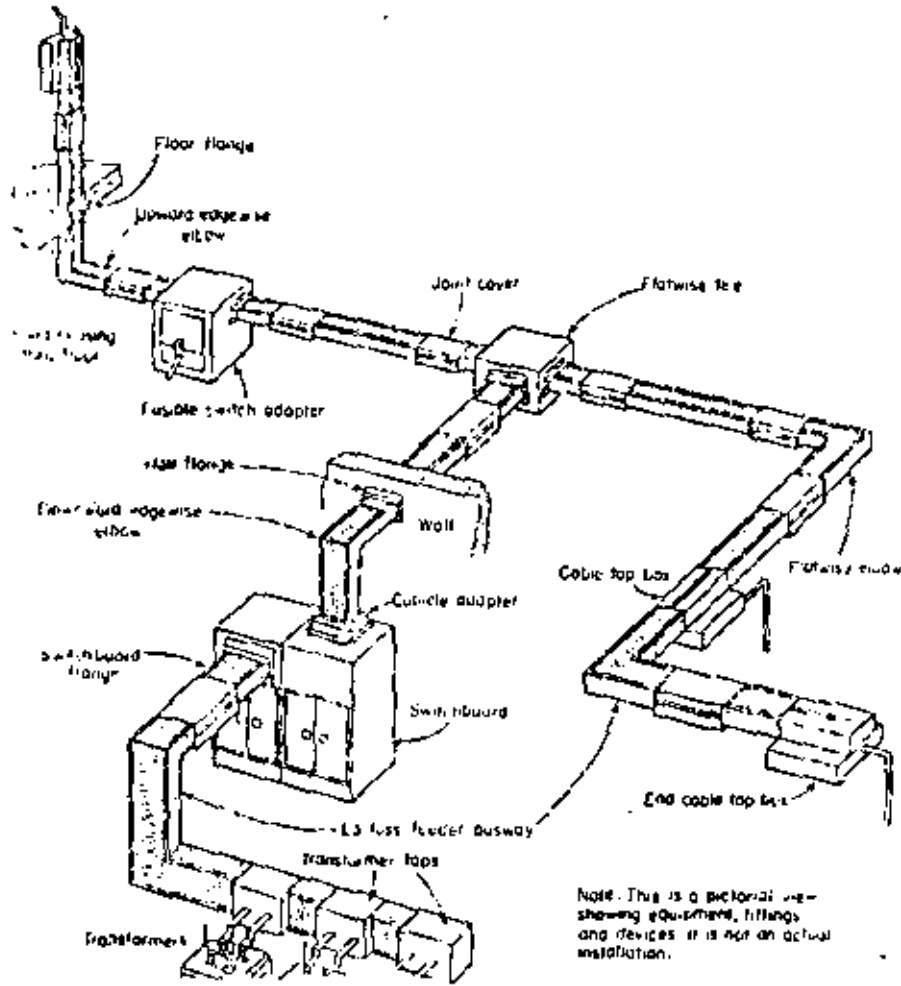


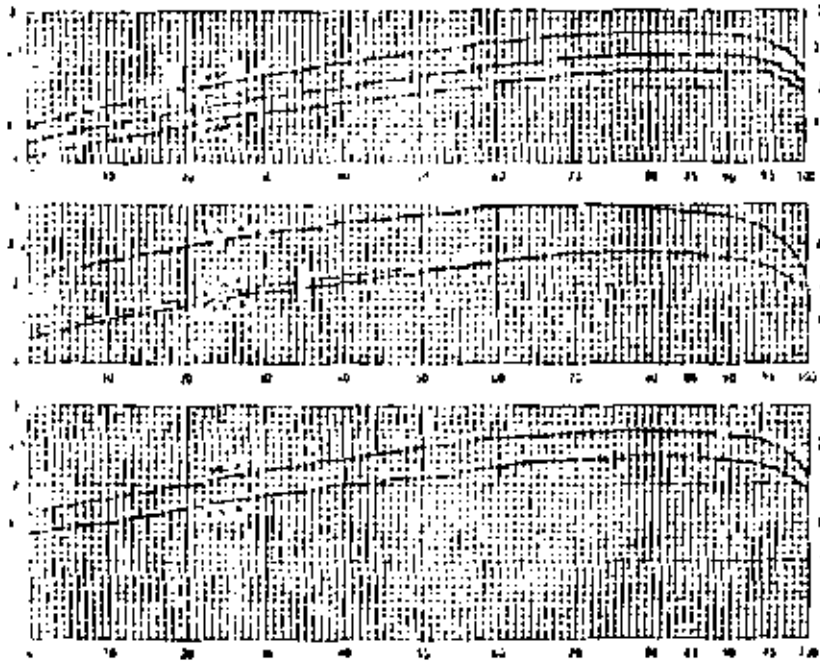
FIG. 10-2 Typical bus-drops-drop feeder busway system. (National Electric Dist., H. K. Potter Co., Inc.)

## CURVAS DE CAIDA DE VOLTAJE

ELECTRODUCTO DE CABLE FEED-IN - 1 POLAR - 600V.

Promedio de caída de voltaje en volts de línea a línea por 100 pies de longitud, en sistema trifásico a la capacidad nominal, con carga trifásica balanceada al final de la trayectoria.

Promedio de caída de voltaje en volts por 100 pies de longitud.



FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFÁSICA  
TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE

Longitud en pies	R Resistencia en OHMS por 100 pies línea a neutro	X Reactancia en OHMS por 100 pies línea a neutro	FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFÁSICA														
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100		
500	1.204	0.016	1.62	1.64	1.61	1.58	1.54	1.49	1.44	1.39	1.34	1.29	1.24	1.19	1.14	1.09	1.04
1000	2.408	0.032	1.96	1.99	1.94	1.89	1.83	1.76	1.69	1.62	1.55	1.48	1.41	1.34	1.27	1.20	1.13
2000	4.816	0.064	2.64	2.69	2.61	2.53	2.43	2.32	2.20	2.07	1.94	1.80	1.66	1.51	1.36	1.21	1.06
500	1.204	0.016	1.19	1.21	1.18	1.15	1.11	1.06	1.01	0.96	0.91	0.86	0.81	0.76	0.71	0.66	0.61
1000	2.408	0.032	1.30	1.33	1.28	1.23	1.17	1.10	1.03	0.96	0.89	0.82	0.75	0.68	0.61	0.54	0.47
2000	4.816	0.064	1.56	1.61	1.53	1.44	1.33	1.21	1.08	0.95	0.82	0.69	0.56	0.43	0.30	0.17	0.04

Ejemplo de valores para electroducto de 1000 Amperes con 50 % de P.F.  
 Caída de voltaje:  $1.7 \times 1.1 \times 1.4 \cos(15^\circ) \times 100$   
 $1.7 \times 1.1 \times 1.00105 \times 1.30 \times 1.00054 \times 1.066$   
 2.19 Volts - 100 pies

- Nota 1.- Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 3 hilos, usar los valores de las curvas o tabla.
- 2.- Para caída de voltaje línea a neutro, carga trifásica balanceada, multiplíquense los valores por 0.577.
- 3.- Para caída de voltaje en sistema monofásico, multiplíquense los valores por 1.15.
- 4.- Para valores de corriente diferentes al nominal, multiplíquense los valores por la relación  $\frac{\text{Corriente real}}{\text{Corriente nominal}}$ .
- 5.- Para diferentes longitudes, multiplíquense los valores por la relación  $\frac{\text{long. real en pies}}{100 \text{ pies}}$ .
- 6.- Para valores de voltaje al final de la trayectoria con carga uniformemente distribuida, usar la mitad de los valores.



## CONTENIDO DE SOLERAS DE COBRE, PESO Y DIMENSIONES

RANGO EN AMPERES	CONTENIDO SOLERAS DE COBRE (mm.)			PESO POR METRO EN KG.				DIMENSIONES EN mm.				
	FASE "A" 2 y 3 FOLIOS	30 2P, B11, C-3P NA, B, C, 100% N 4P.	50% NEUTRO	2P.	3P.	50% N 4P.	100% N 4P.	N	W			
									2P.	3P.	50% N 4P.	100% N 4P.
500A	25-3X51	15-6X51	15-3X51	25	30	31.5	33	219	54	67	70	73
800A	25-3X76	15-6X76	15-3X76	27.5	34.5	36.5	39	219	54	67	70	73
1000A	25-3X101	15-6X101	15-3X101	30.5	39	42	45	219	54	67	70	73
1250A	25-3X126	15-6X126	15-3X126	33.5	43	47	51	219	57	72	76	80
1500A	25-3X152	15-6X152	15-3X152	41	57	61	66	321	54	67	70	73
2000A	25-3X201	15-6X201	15-3X201	56	66	71.5	77	321	54	67	70	73
2500A	45-3X114	25-6X114	1 25-3X114	57	76	84	90	422	54	67	70	73
3000A	45-3X152	25-6X152	25-3X152	68	91	100	108	422	54	67	70	73
4000A	85-3X101	45-6X101	45-3X101	103	137	143	154	—	—	—	—	—
5000A	85-3X114	45-6X114	45-3X114	118	155	166	180	—	—	—	—	—
6000A	85-3X152	45-6X152	45-3X152	136	182	200	216	—	—	—	—	—

1. Soleras dobles en 800A, con 2 de 1000A, en 5000A, con 2 de 2500A, en 6000A, con 2 de 3000A.

2. Hacer espacado: 26 mm (entre soleras).

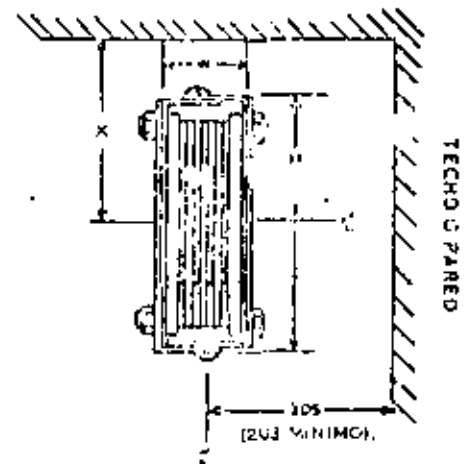
### ACERADO DE SOLERAS



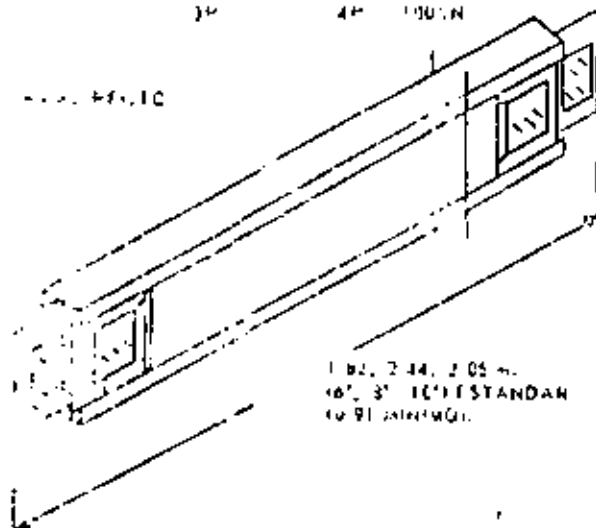
Espacio recomendado al techo o pared

RANGO AMPERES	X (mm.)
600-1000	203
1150	203
1250	203
2500-3000	305

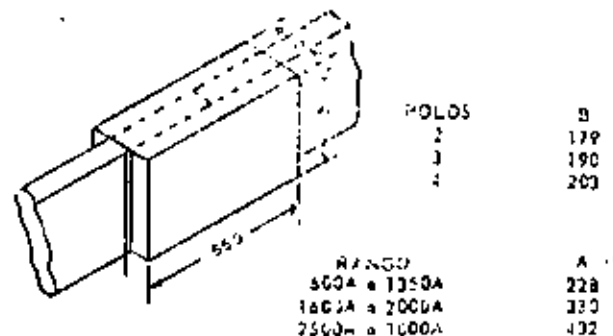
### TECHO O PARED



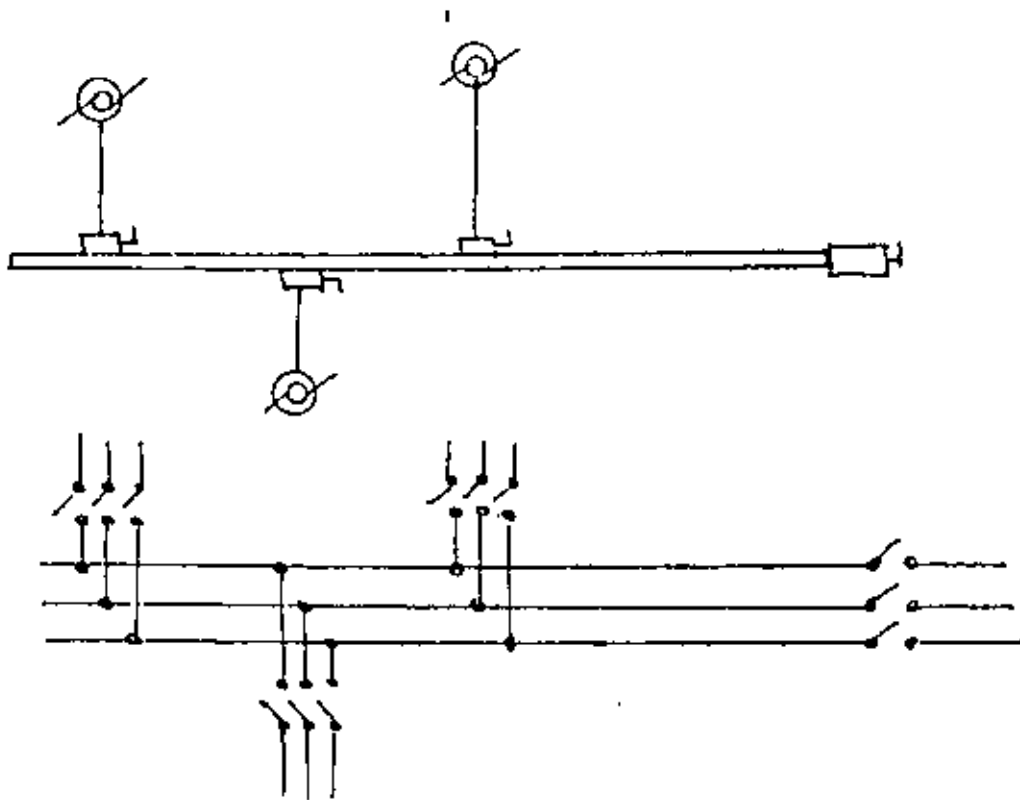
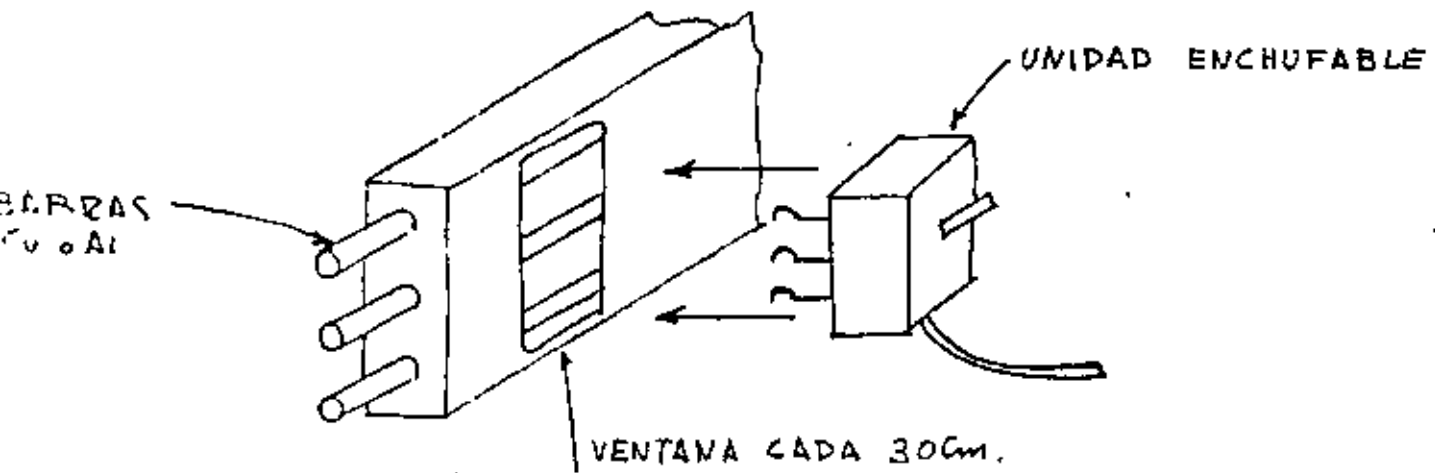
### DETALLE



### ENSAMBLE DE UNION



# DUCTO DISTRIBUIDOR



EQUIVALE A UN TABLERO DE DISTRIBUCION DESARROLLADO SOBRE EL AREA DE TRABAJO.

VENTAJA PRINCIPAL:

- ) MAXIMA FLEXIBILIDAD..
- ) RAPIDEZ INSTALACION..



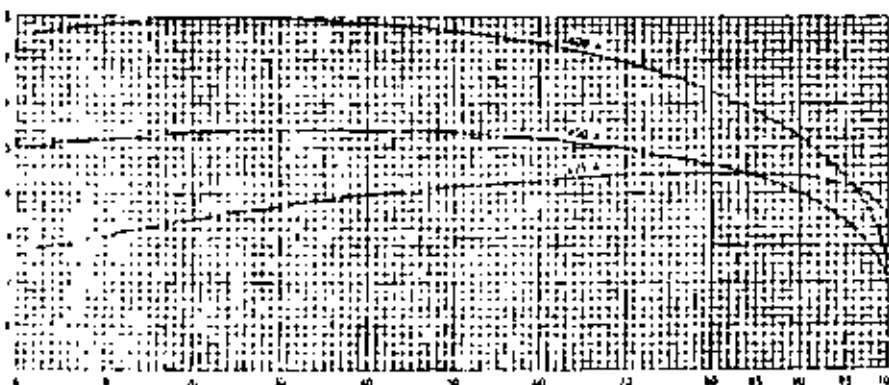
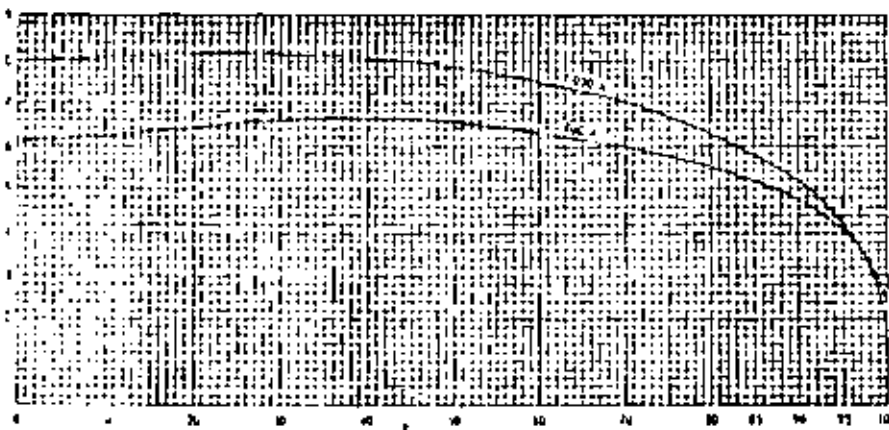


## CURVAS Y TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE

Electroducto de cobre Plug-in de 3 polos 600 Volts.

Promedio de caída de voltaje en volts de línea a línea por 100 pies de longitud, en sistema trifásico a la capacidad nominal, con carga trifásica balanceada al final de la trayectoria.

PROMEDIO DE CAIDA DE VOLTAJE EN VOLTS POR 100 PIES DE LONGITUD.



FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA

Cable en pies	Capacidad en amperios por cable	Resistencia en Ohms por 100 pies línea a neutro	FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA													
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100	
2.5	3400	0.098	2.72	3.05	3.36	3.64	3.89	4.12	4.28	4.40	4.44	4.42	4.34	4.18	3.81	
4.0	2100	0.070	4.90	5.18	5.30	5.36	5.38	5.34	5.21	4.98	4.62	4.30	4.01	3.48	2.04	
6.0	1400	0.055	7.63	7.80	7.90	7.91	7.84	7.68	7.38	6.95	6.70	6.02	5.24	4.40	2.13	
8.0	1050	0.049	6.08	6.17	6.23	6.25	6.23	6.15	6.00	5.96	5.83	5.52	4.72	4.12	2.36	
10.0	800	0.040	7.95	8.07	8.14	8.15	8.03	7.81	7.46	6.95	6.25	5.27	5.14	4.26	1.89	

1. Para un cable de cobre de 1,010 Amperios, con 90% de F. P.  
 2. Para un cable de aluminio de 1,010 Amperios @  $X \sin \theta$   
 3. Para un cable de aluminio de 1,010 Amperios, 50+00158X, 8661  
 4. Para un cable de aluminio de 1,010 Amperios, 50+00158X, 8661

- NOTAS: 1. Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 3 hilos, usar los valores de las curvas o tabla.  
 2. Para caída de voltaje línea a neutro, carga trifásica balanceada, multiplíquese los valores por 0.577.  
 3. Para caída de voltaje en un sistema monofásico, multiplíquese los valores por 1.15.  
 4. Para valores de corriente diferentes al nominal, multiplíquese los valores por la relación  $\frac{\text{corriente real}}{\text{corriente nominal}}$   
 5. Para conductores de grandes, multiplíquese los valores por la relación  $\frac{\text{long. real en pies}}{100 \text{ pies}}$   
 6. Para caídas de voltaje al final de la trayectoria con carga uniformemente distribuida, usar la mitad de los valores.

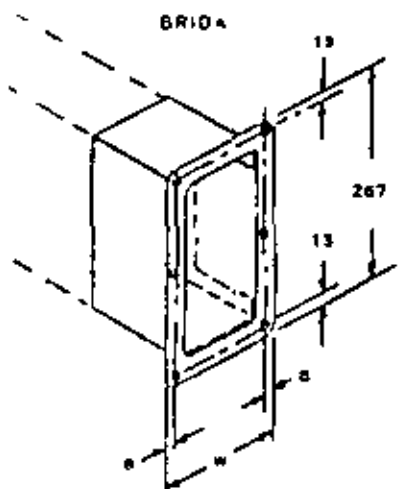


# ELECTRODUCTO DE ENCHUFAR PLUG-IN

## CONTENIDO DE ALUMINIO O COBRE Y PESOS APROXIMADOS

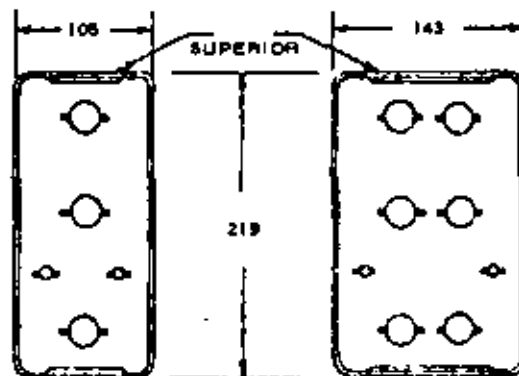
RANGO EN AMPERES	TUBO O BARRA DE ALUMINIO		TUBO O BARRA DE COBRE		PESO POR METRO EN KG					
	FASES	NEUTRO	FASES	NEUTRO	CON ALUMINIO			CON COBRE		
					2P.	3P.	3 #	2P.	3P.	3 #
225 A.	1-T 22 Dia. Ext. 1.3 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 1.5 Pared	1-T 22 Dia. Ext. 1.2 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 0.8 Pared	12.0	12.3	12.6	12.3	13.1	13.8
400 A.	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	1-T 22 Dia. Ext. 4.3 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 2.9 Pared	13.2	14.6	15.6	15.9	17.6	19.8
600 A.	—	—	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	18.2	21.6	25.2
800 A.	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	2-T 22 Dia. Ext. 4.7 Pared	2-B 16 Dia.	14.2	18.4	19.4	21.0	25.4	27.4
1000 A.	—	—	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	26.0	30.0	35.0

DIMENSIONES EN mm. DATOS POR FASE.



RANGO	W (mm.)
225 A. 400 A. 600 A.	143
800 A. 1000 A.	181

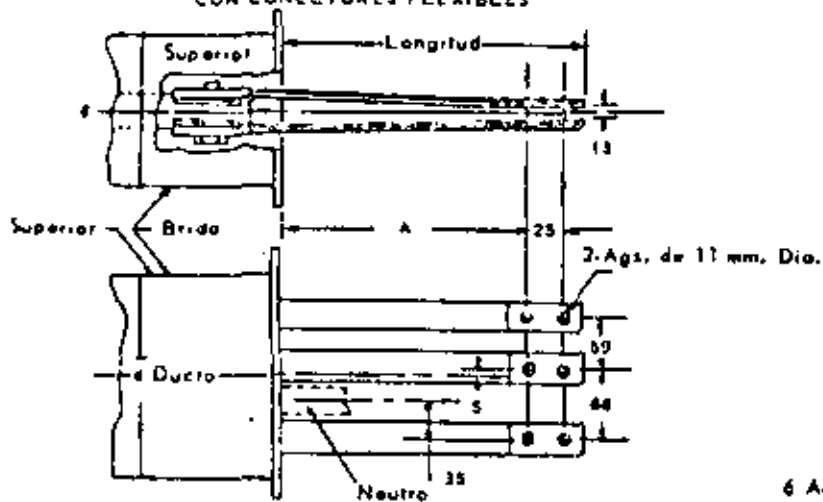
DIMENSIONES SECCION TRANSVERSAL



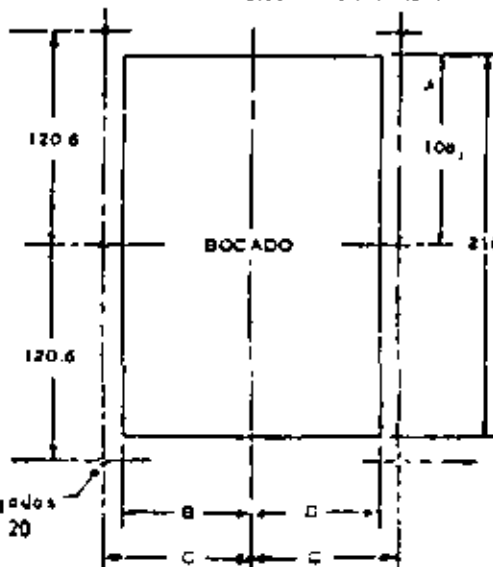
225 A., 400 A., 600 A.

800 A. Y 1000 A.

EXTENSION DE BUS CON CONECTORES FLEXIBLES



BOCADO PARA MONTAJE DE BRIDA



225 A., 400 A., 600 A.  
B=54, L=62.5

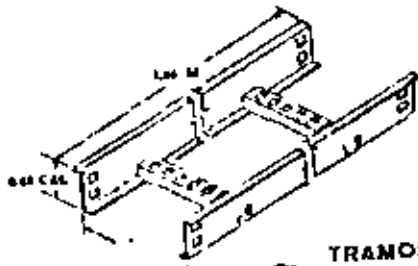
800 A. Y 1000 A.  
B=73, C=62.5

LONGITUD		A
mm	PIES	
335	1	267
610	2	571
914	3	876

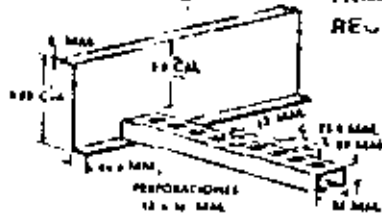
40 at. en mm.



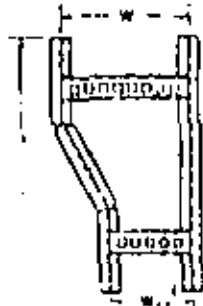
# SISTEMA de CHAROLAS ESCALERAS



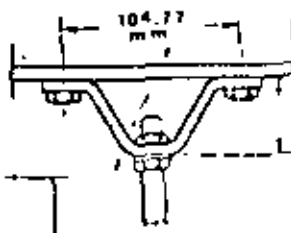
TRAMOS REJYOS



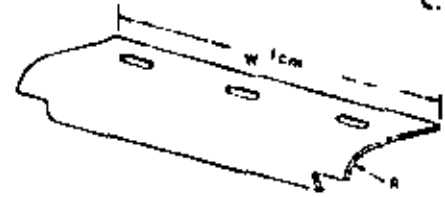
PERFORACIONES 12 x 12 mm



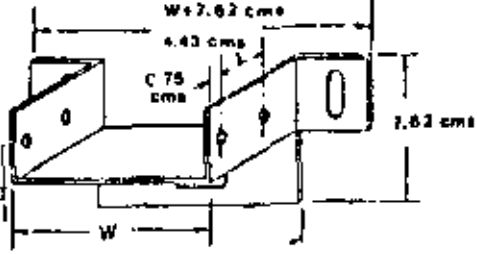
REDUCCION LATERAL



CLIP "U"

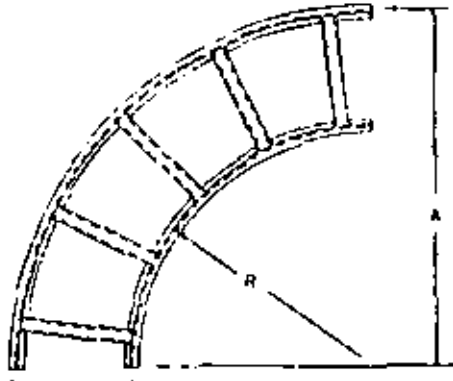


BAJADA PARA CABLE

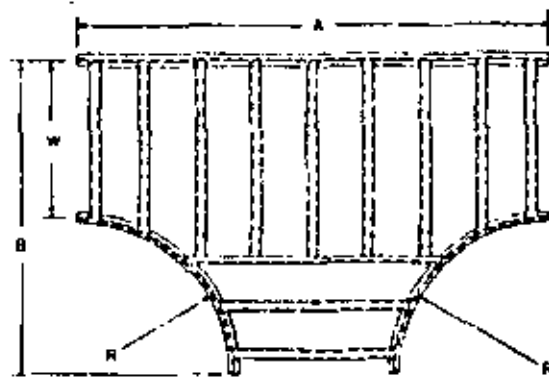


CONECTOR DE CANAL A CAJA

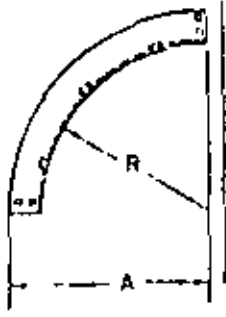
6.43 cms



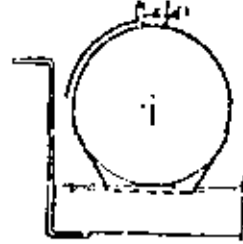
CODO HORIZONTAL



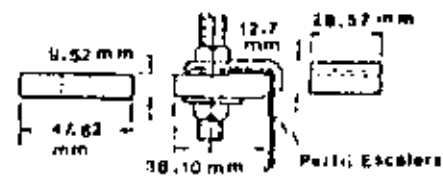
"T" HORIZONTAL



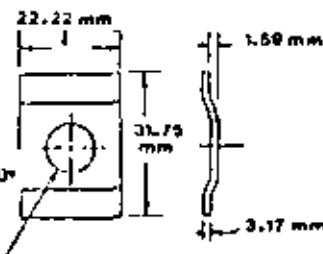
CODO VERTICAL EXTERIOR A 90°



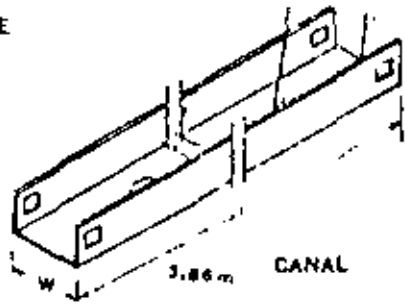
AGRAZADERA PARA CABLE



SOPORTE SENCILLO PARA ESCALERA



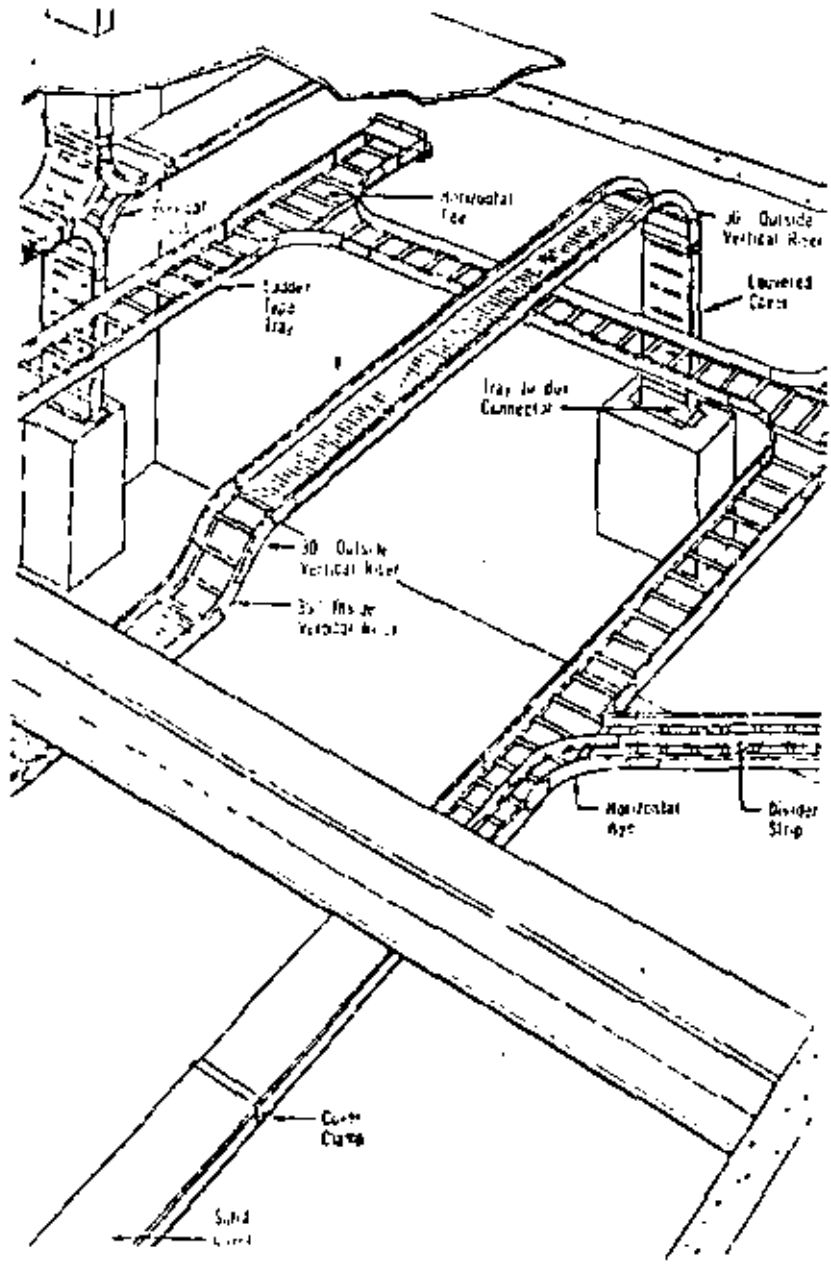
ROLDANA



CANAL

# SISTEMA DE CHAROLAS. USO :

9-152 INTERIOR WIRING



## USO :-

- GRANDES CANTIDADES  
de CONDUCTORES
- CONDUCTORES de GRAN  
SECCION
- NECESIDAD de GRAN  
FLEXIBILIDAD

## RESTRICCIONES (NEC)

- ) DAÑO FISICO SEVERO
- ) AREAS CON AMBIENTE FACILMENTE  
COMBUSTIBLE
- ) AREAS donde existen MONTACARGAS.

## DIMENSIONES NORMALES.

## AREA UTIL:-

<u>CHAROLAS</u>		<u>TUBO CONDUIT</u>		
<u>Ancho</u>	<u>Area Util</u>	<u>Diámetro</u>	<u>Area Total</u>	<u>Area Util</u>
15.2 cm.	86.64 cm <sup>2</sup>	5.08 cm.	20.25 cm <sup>2</sup>	8.06 cm <sup>2</sup>
30.4 "	173.28 "	6.35 "	31.61 "	12.70 "
45.7 "	260.49 "	7.62 "	45.80 "	18.32 "
60.9 "	346.56 "	10.16 "	81.29 "	32.25 "

Por lo tanto el número de tubos conduit necesarios, para tener la misma área útil que se tiene en escaleras es el siguiente:

<u>CHAROLA.</u>		<u>NO. DE TUBOS.</u>				
<u>Ancho</u>	<u>Area</u>	<u>5.08 *</u>	<u>6.35 *</u>	<u>7.62 *</u>	<u>10.16 *</u>	
<u>cm.</u>	<u>Plg.</u>	<u>cm.<sup>2</sup></u>	<u>2"</u>	<u>2½"</u>	<u>3"</u>	<u>4"</u>
15.2	6	86.64	10.8	6.8	4.9	2.7
30.5	12	173.28	21.6	13.6	9.4	5.4
45.7	18	260.49	32.5	20.6	14.3	8.3
60.9	24	346.56	43.2	27.2	18.8	10.8

# CONDICIONES de DISEÑO - CAPACIDAD CONDUCTORES

## FACTORES DECREMENTALES POR AGRUPAMIENTO

### DE CABLES EN CHAROLAS.

La capacidad de corriente de estos cables es la misma que los instalados en aire, reduciéndose esta capacidad según el agrupamiento adoptado.

A) Cables con separación mantenida de uno a dos diámetros.

Número de Cables Verticales.	Número de Cables Horizontalmente.					
	1	2	3	4	5	6
1	1.00	0.93	0.87	0.84	0.83	0.82
2	0.89	0.83	0.79	0.76	0.75	0.74
3	0.80	0.76	0.72	0.70	0.69	0.68
4	0.77	0.72	0.68	0.67	0.66	0.65
5	0.75	0.70	0.66	0.65	0.64	0.63
6	0.74	0.69	0.64	0.63	0.62	0.61








B) Cables sin separación

Número Total de Conductores	Factor	Número Total de Conductores	Factor
3	1.00	10-24 *	0.70
4-6	0.80	25-42 *	0.60
7-9	0.70	43 ó MAS *	0.50




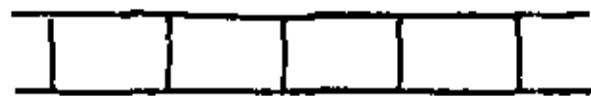
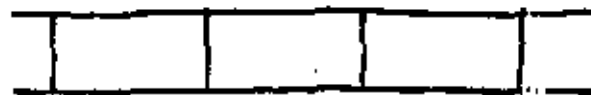
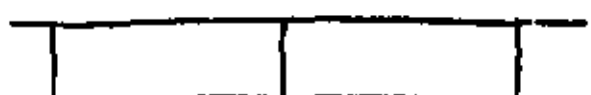
## CONDICIONES de DISEÑO

→ ANCHO CHAROLA → N° de CABLES ← ESPACIAMIENTO

15.2 cm	
22.8 cm	
30.48 cm	
40.64 cm	
45.72 cm	
50.8 cm	
60.96 cm	

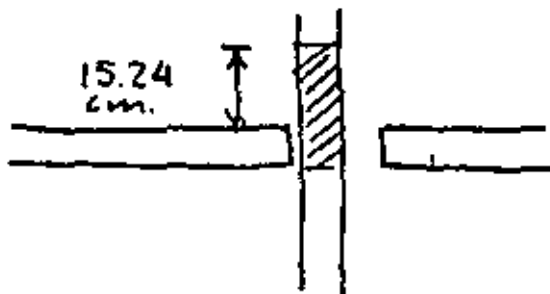
→ ESPACIAMIENTO TRAVESAÑOS

└ CALIBRE CONDUCTOR

15.24 cm	
22.86 cm	
30.48 cm	
45.72 cm	

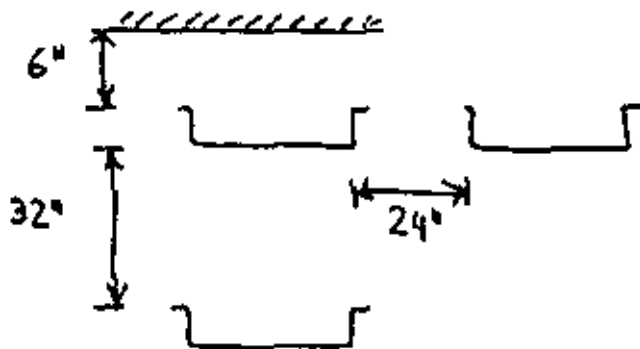
## CONDICIONES de INSTALACION (NEC)

- ) SISTEMA COMPLETO y CONTINUO
- ) CABLEADO COMPLETO (CONEXIONES EN CAJAS)
- ) CONEXION MECANICA a CAJAS o DISPOSITIVOS DE DONDE SALEN o TERMINAN los CABLES
- ) PROTECCION al CRUZAR PISOS

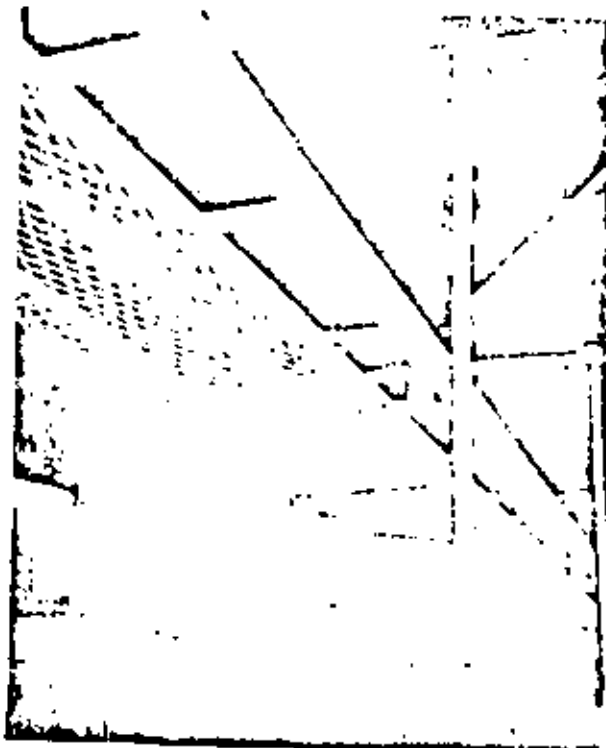


•) CONEXION a TIERRA CONTINUA.

•) SEPARACIONES:-

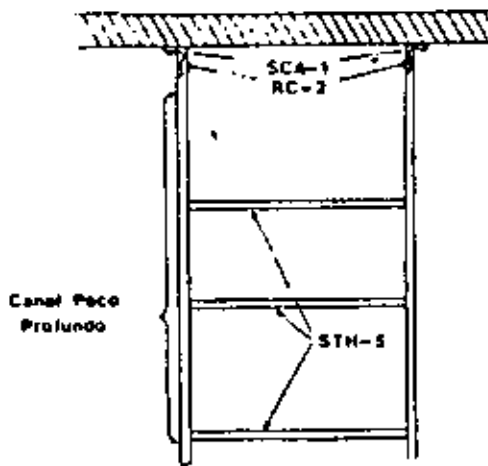


# MONTAJE



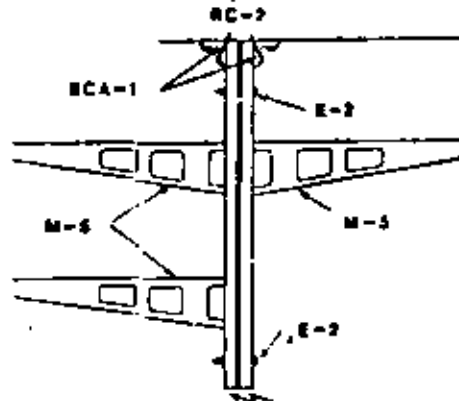
a) Sujeto a la estructura.

## SOPORTE TIPO TRAPECIO

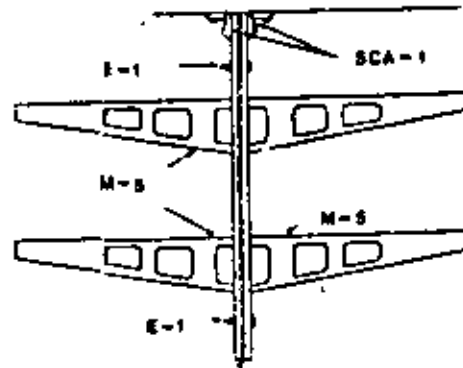


b) Empotrado en la loza.

## MONTAJE CARGA DESBALANCEADA



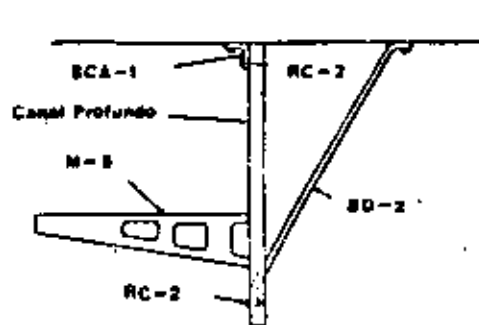
## MONTAJE A CARGAS SIMÉTRICAS



Canal Poco Profundo Espalda a Espalda

Cat. CP-3 CP-5

## MONTAJE CON BRAZO UNILATERAL



c) Anclado utilizando canal y ménsulas.

COSTOSMATERIAL

## COMPARACION VS T.CONDUIT P.G.G. (1971)

CHAROLASPRECIO POR NO. DE TUBOS.

Ancho cm	Acho Plg.	Precio Tramo	5.08* (2")	6.35* (2½")	7.62* (3")	10.16* (4")
15.2	6	270.00	385.00	521.00	455.00	382.00
30.5	12	290.00	770.00	1042.00	910.00	764.00
45.7	18	315.00	1155.00	1563.00	1365.00	1164.00
60.9	24	343.00	1540.00	2084.00	1820.00	1528.00

INSTALACION

Charolas      Tubo conduit pared gruesa - Fe. y Al.

Horas hombre por 30.4 mts.

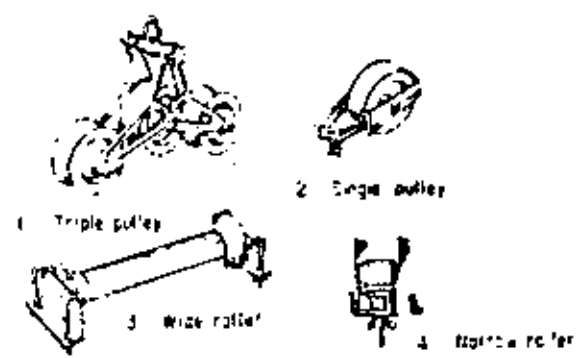
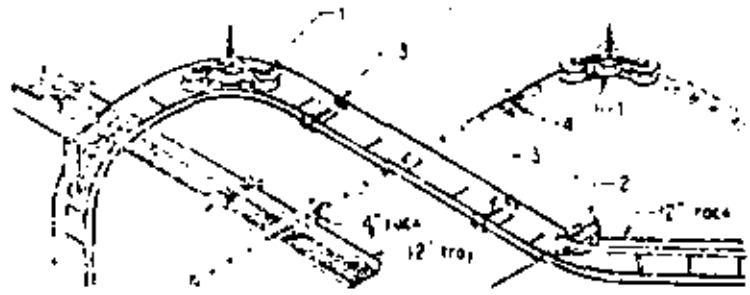
Ancho x 30 mts.	Horas Hombre	5.08 cm. ø		7.62 cm. ø		10.16 cm. ø	
		(2" ø)	(2" ø)	(3" ø)	(3" ø)	(4" ø)	(4" ø)
		Fe.	Al.	Fe.	Al.	Fe.	Al.
6"	12.0	53.0	34.0	40.3	26.0	42.0	22.0
15.2 cm.							
12"	13.25	106.0	67.0	78.0	49.0	73.0	43.0
30.4 cm.							
24"	16.75	212.0	135.0	156.0	98.0	146.0	83.0
60.9 cm.							

\* Unidades de trabajo para las Asociaciones de Contratistas Eléctri

# CABLEADO

LATERAL  
JALADO

CONTINUOUS RIGID CABLE SUPPORTS 9-153



installation aids available





centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



## INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

### OMISIONES FRECUENTES EN LOS PLANOS

Ing. Héctor Sánchez Ceballos

Noviembre, 1980





## OMISIONES FRECUENTES EN LOS PLANOS.

### I. - SISTEMAS DE UTILIZACION.

001 1

#### A). - Diagrama Unifilar.

- 1). - Identificación de tableros, alimentadores, máquinas y motores.
- 2). - Tipo y ajuste de protecciones de alimentadores, circuitos derivados y centros de carga.
- 3). - Calibre de conductores de alimentadores y circuitos derivados.
- 4). - Factor de demanda (general o por alimentador).

#### B). - Vistas Físicas.

- 1). - Localización e identificación de tableros y otros centros de carga.
- 2). - Trayectoria de alimentadores y circuitos derivados.
- 3). - Localización de puntos en donde se degradan conductores o canalizaciones.
- 4). - Tipo de canalización empleada.
- 5). - Número y calibre de conductores en cada tramo de canalización.
- 6). - Localización de los interruptores de circuitos derivados (en caso de alimentadores con carga distribuida).
- 7). - Tipo de aislamiento de los conductores.
- 8). - Delimitación de las áreas peligrosas.
- 9). - Localización y disposición del sistema de tierras, así como calibre de los conductores que lo forman.
- 10). - Identificación de las luminarias y contactos, haciendo referencia al tablero de que proceden.
- 11). - Disposición de los conductores en las charolas.

#### C). - Cuadros de Carga.

- 1). - Ajuste de la protección contra sobrecarga.
- 2). - Corriente nominal de máquinas y motores.
- 3). - Número de fases.
- 4). - Tipo del arrancador.
- 5). - Tipo de gabinetes y otros accesorios empleados en áreas especiales (exteriores, lugares húmedos, lugares peligrosos, etc.)

#### D). - Generales.

- 1). - Plano de conjunto de la instalación, a donde sean referidos los demás planos.
- 2). - Capacidad interruptiva de las protecciones principales.
- 3). - Escalas de dibujo empleadas.



# DIAGRAMA UNIFILAR

① IDENTIFICACION DE TABLEROS, ALIMENTADORES, MAQUINAS Y MOTORES.

TAB-A



(TABLERO DE ALUMBLADO A)



S-6

(SOLDADORA 6)  
TIPO Y

ALIM-5



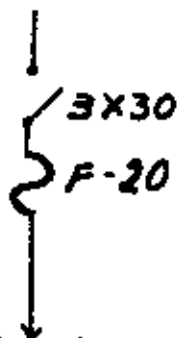
(ALIMENTADOR 5)



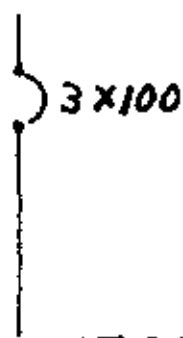
M-12

(MOTOR-12)

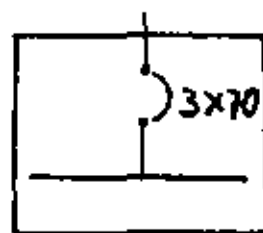
② AJUSTE DE PROTECCIONES DE ALIMENTADORES, CIRCUITOS DERIVADOS Y CENTROS DE CARGA



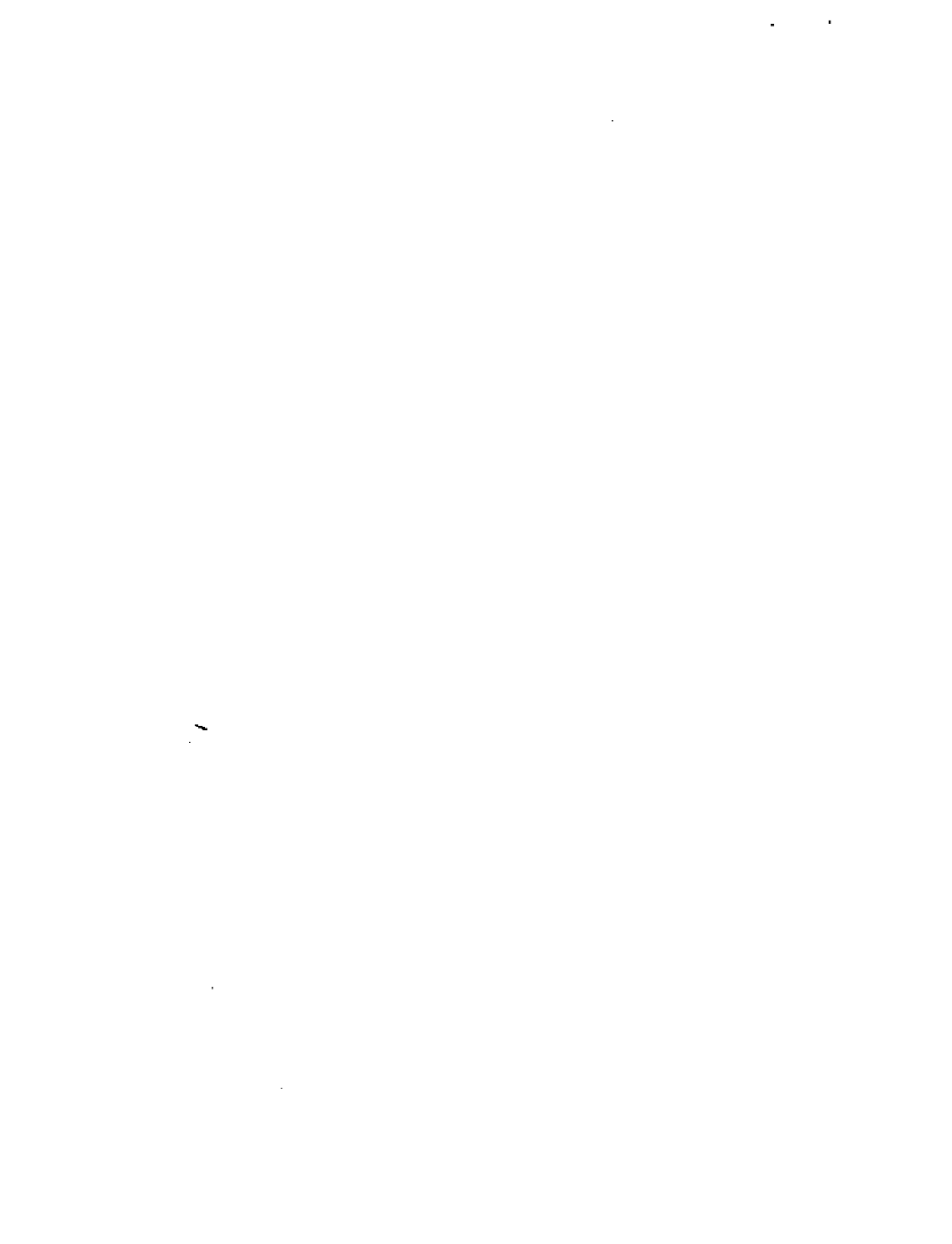
CIRCUITO DERIVADO



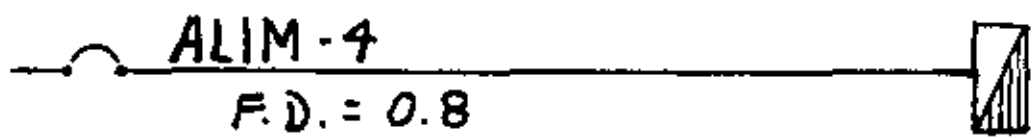
ALIMENTADOR



CENTRO DE CARGA

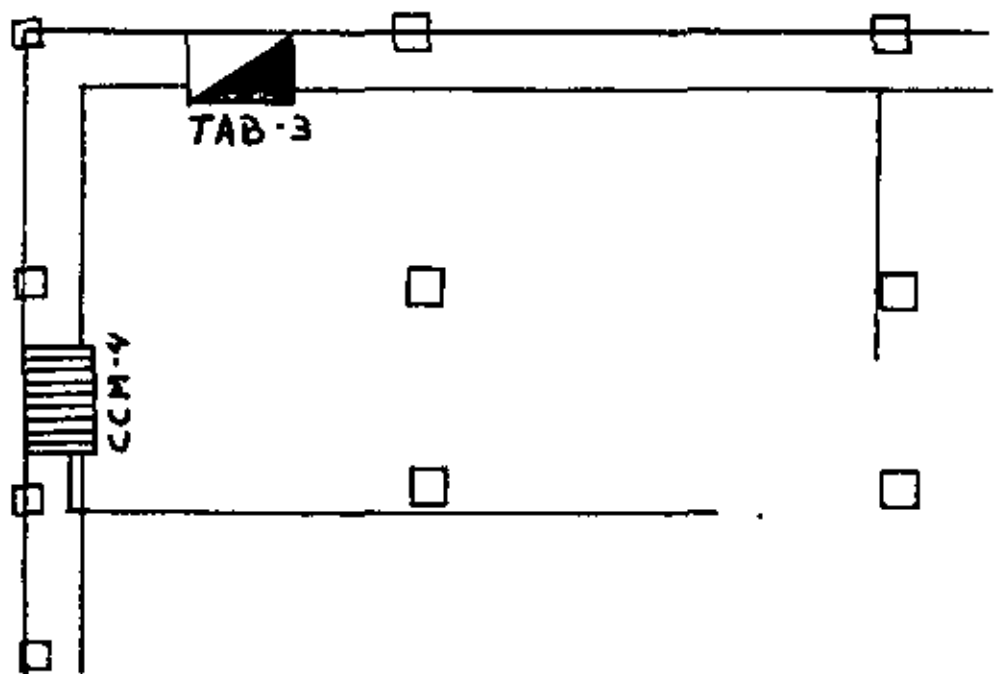


- ③ CALIBRE DE CONDUCTORES DE ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS
- ④ FACTOR DE DEMANDA



# VISTAS FISICAS

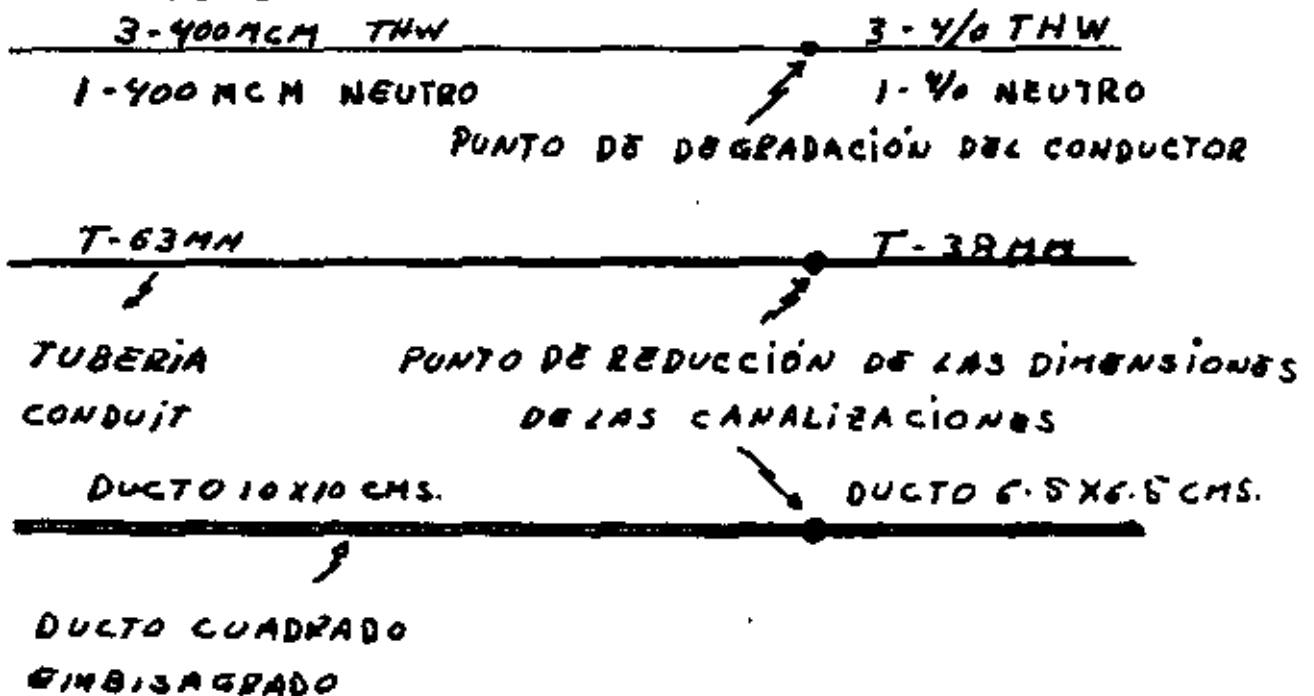
- ① LOCALIZACION E IDENTIFICACION DE TABLEROS Y OTROS CENTROS DE CARGA



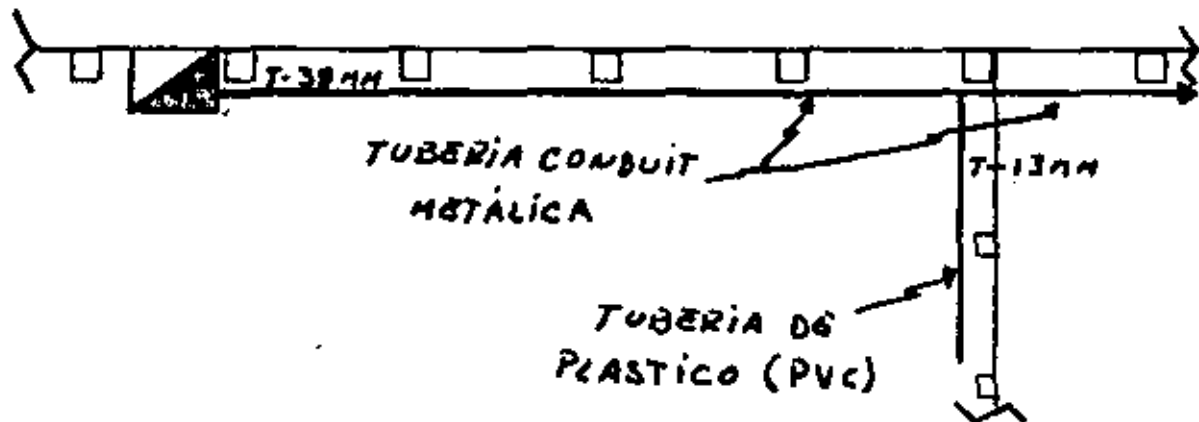


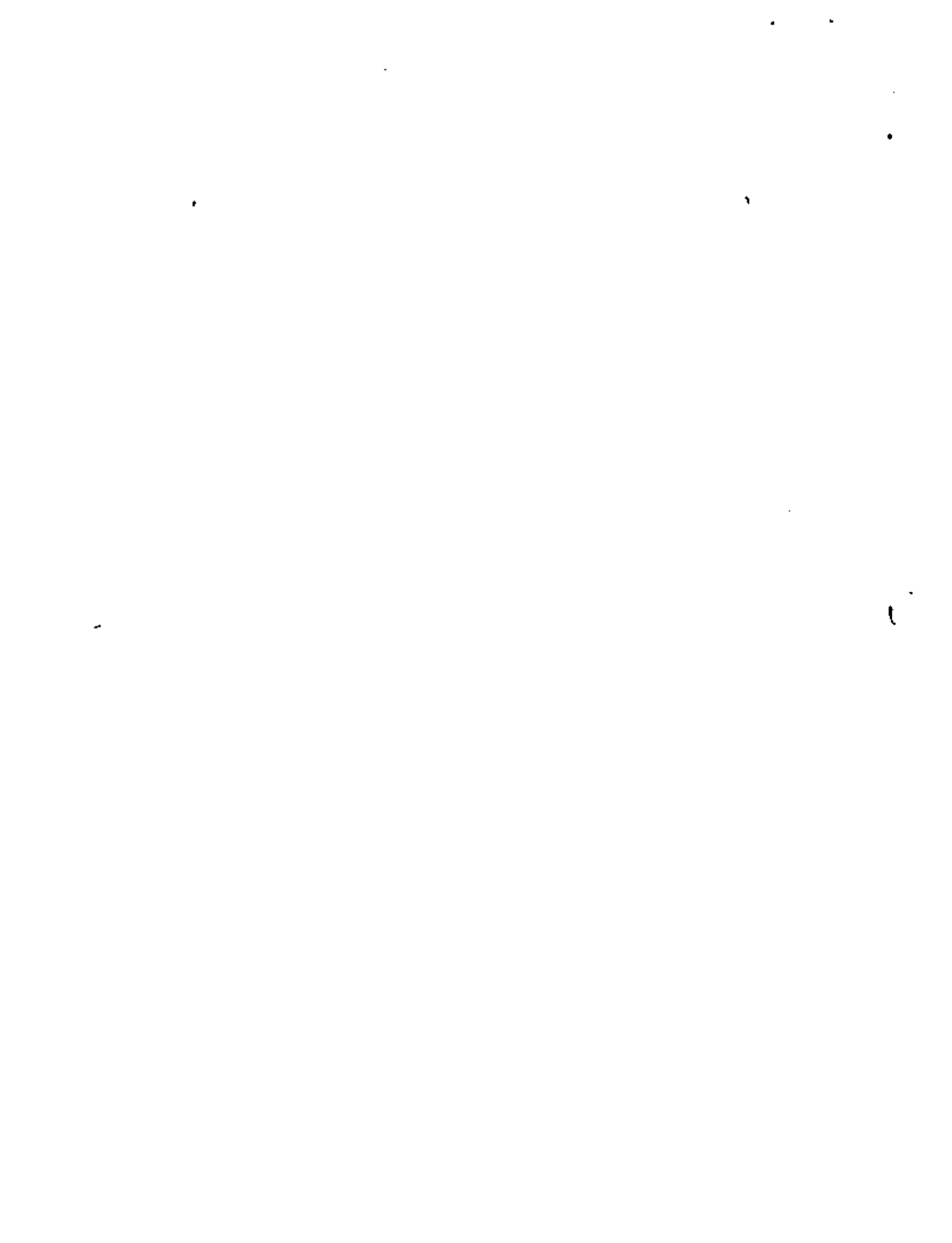
② TRAYECTORIA DE ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

③ LOCALIZACION DE PUNTOS EN DONDE SE DEGRADAN CONDUCTORES O CANALIZACIONES



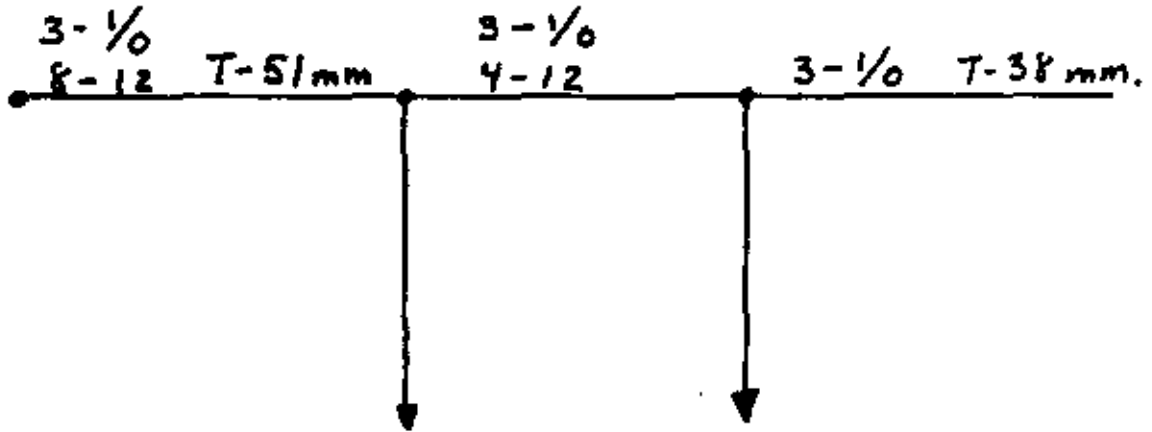
④ TIPO DE CANALIZACION EMPLEADA



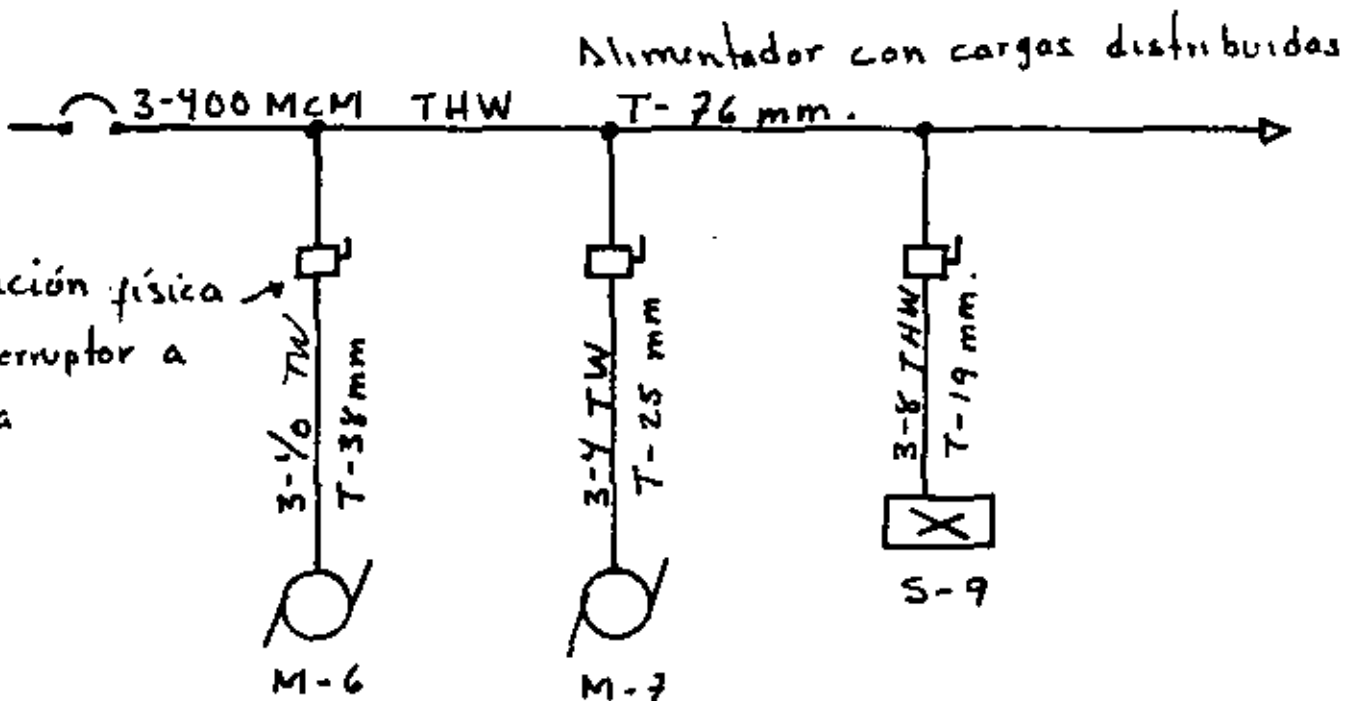




)- Número y calibre de conductores en cada tramo de canalización



)- Localización de Interruptores de Circuitos Derivados.





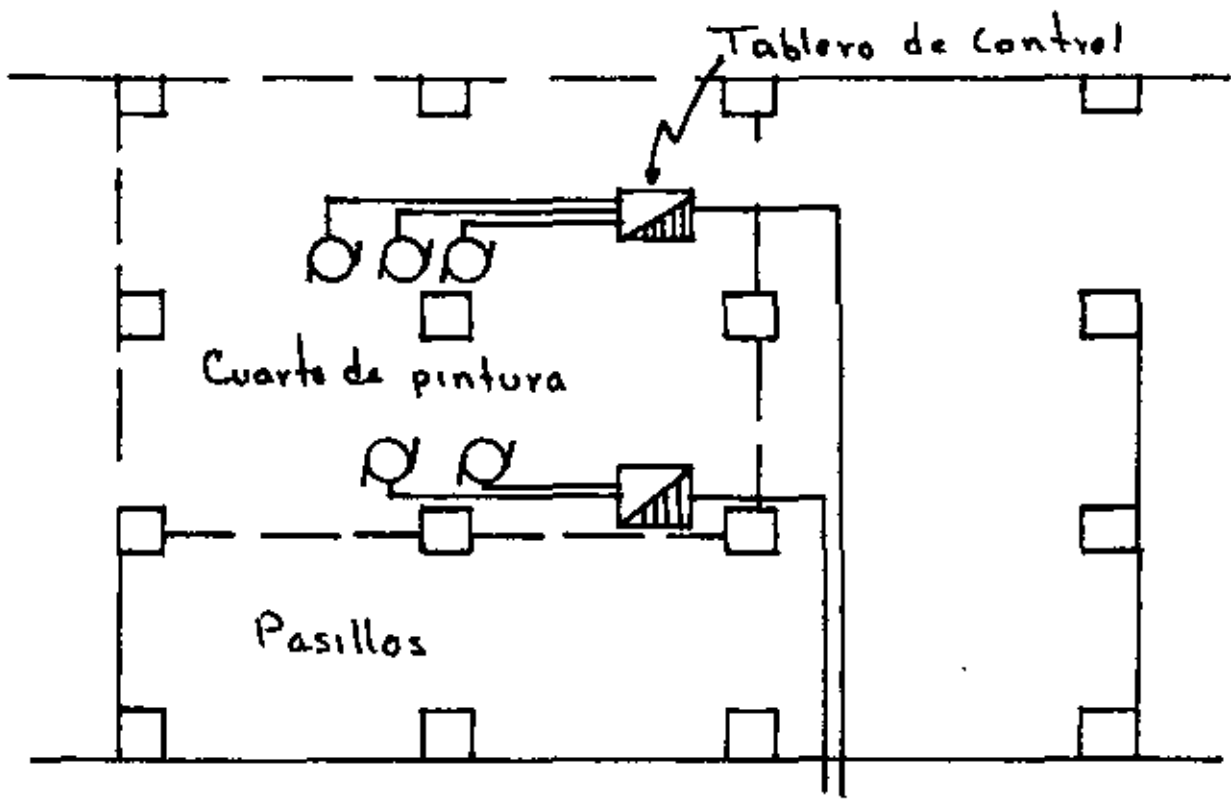
### 7).- Tipo de Aislamiento de los Conductores

- Cuadro de Materiales -

Conductores	THW, TW, Vinanel 900
-------------	----------------------

? En que partes se utilizó cada uno?

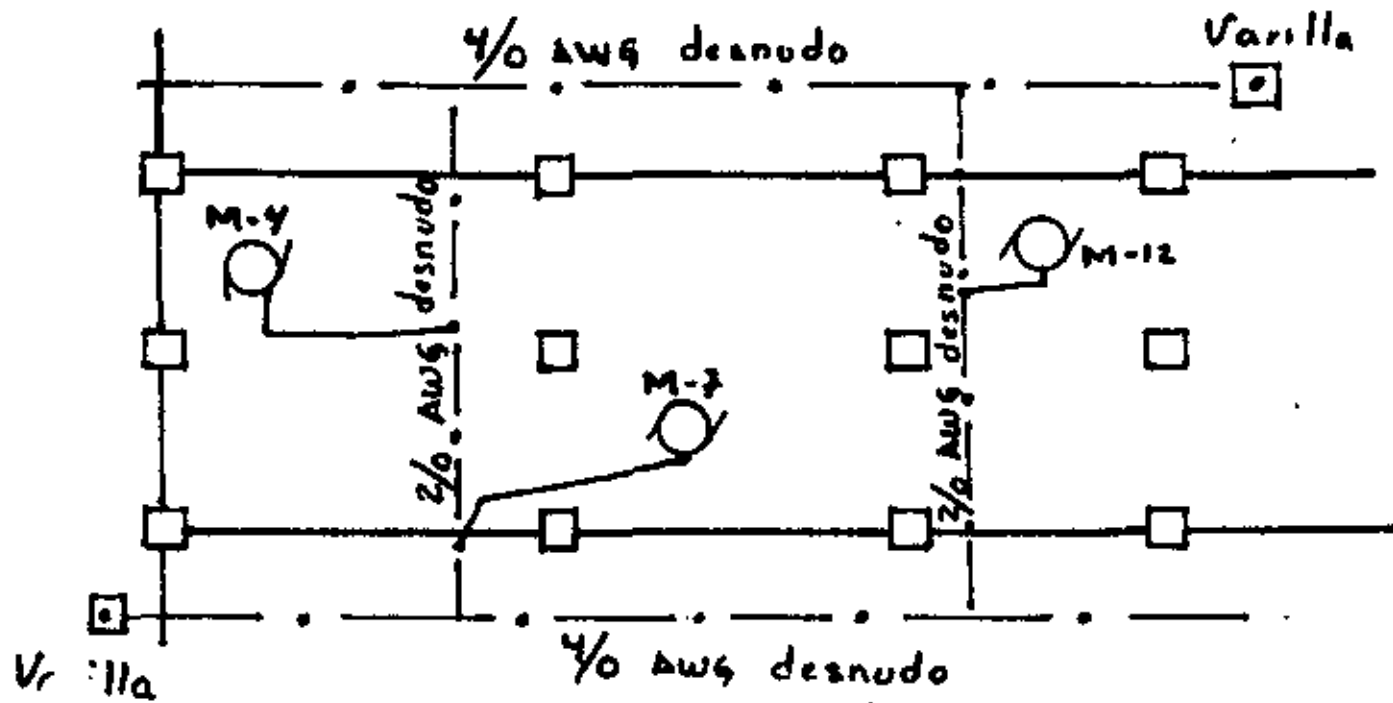
### 8).- Delimitación de Areas Peligrosas



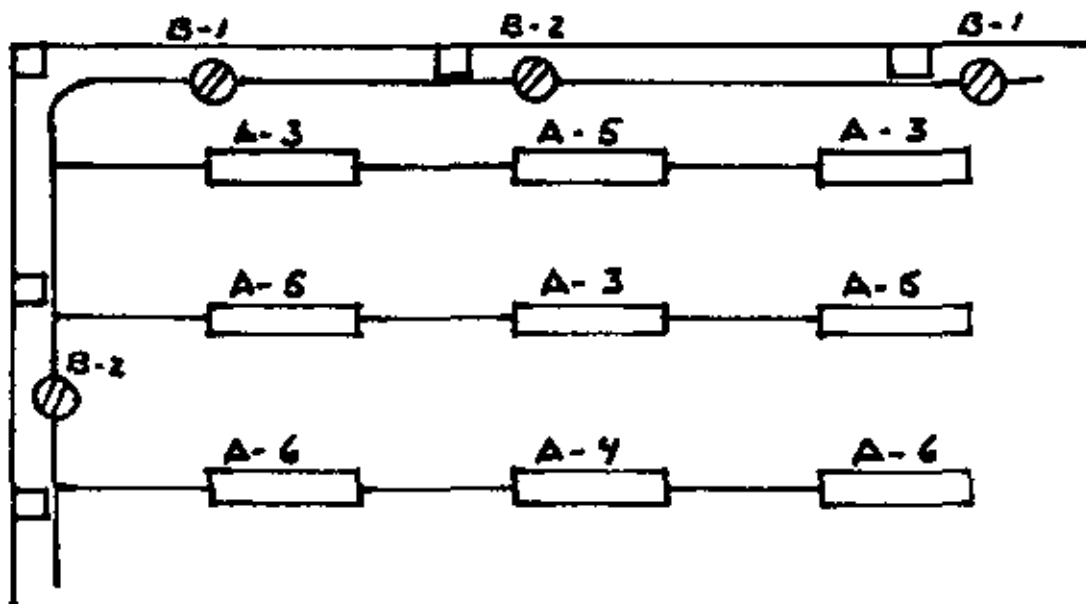
Linea punteada delimita area con ambiente peligroso



9).- Localización y Disposición del Sistema de Tierras.  
Calibre de Conductores



10).- Identificación de Luminarias y Contactos



Alumbrado procedente del tablero A.  
Contactos procedentes del tablero B.



II

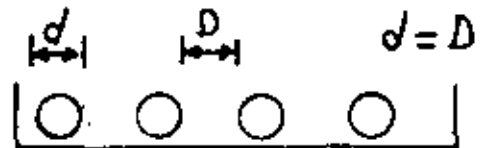
DISPOSICION DE CABLES EN CHAROLAS 8

a.)



UNA O DOS CAPAS AL DESCUBIERTO

b.)



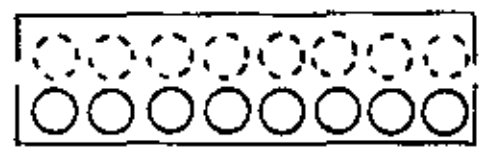
UNA CAPA CON ESPACIAMIENTOS

c.)



CONDUCTORES CUETEADOS POR CIRCUITO

d.)



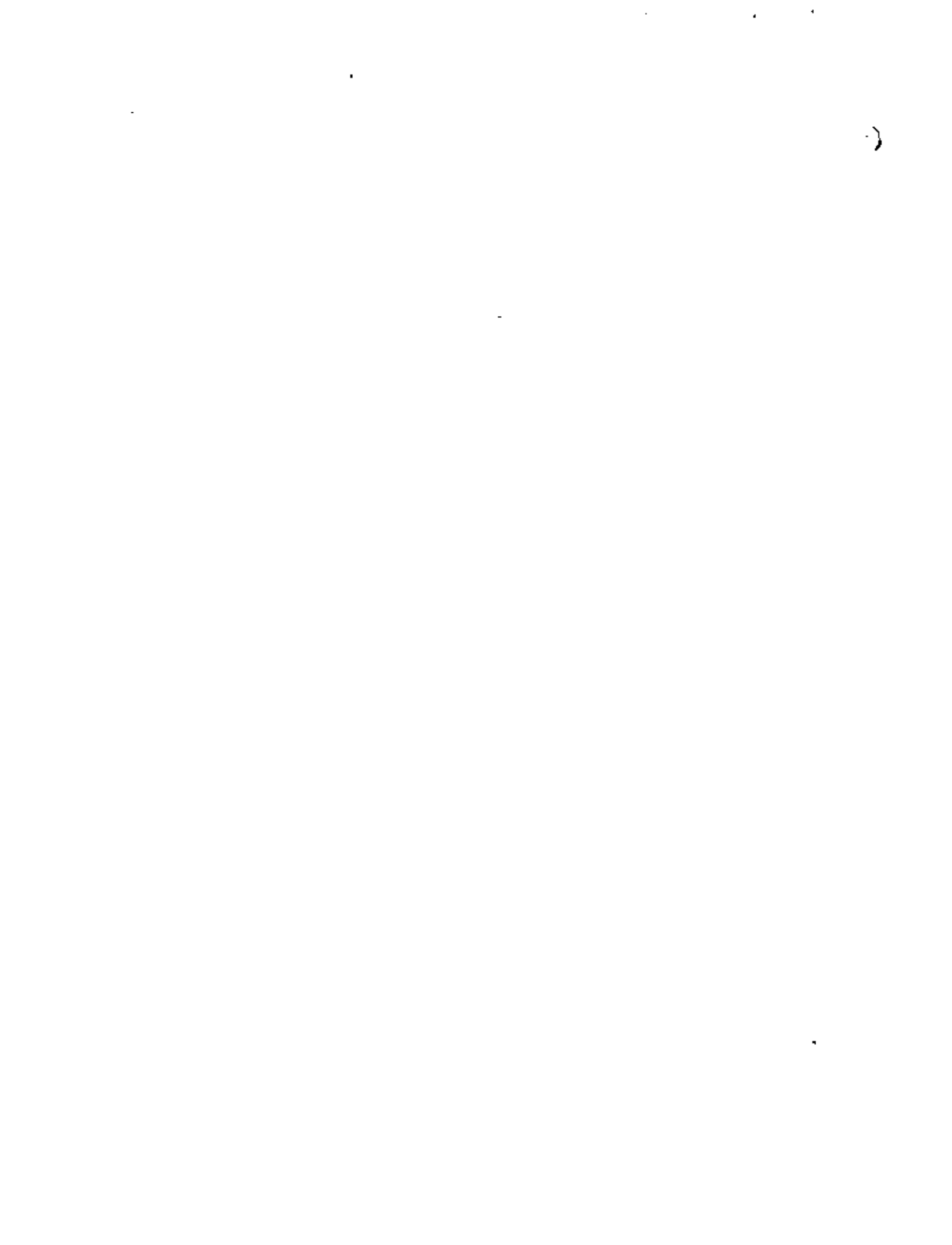
UNA O DOS CAPAS CON TAPA O CUBIERTA > 1.80 mts.

e.)



CABLES MULTICONDUCTORES

- a.) AMPACIDAD - AL AIRE x 0.75
- b.) AMPACIDAD - AL AIRE O LINEA ABIERTA
- c.) AMPACIDAD - AL AIRE x 0.75
- d.) AMPACIDAD - AL AIRE x 0.7
- e.) AMPACIDAD - TABLA DE TUBERIA





- CUADROS DE CARGA - PUNTOS ①, ②, ③  
④, ⑤

# DE FASES		AMPERES CORRIENTE NOMINAL		AJUSTE PROTECCION VS SOBRECARGA		ARRANCAADM TIPO		GABINETES TIPO NEMA
2	↘ ↘	12.5	↘ ↘	14.7	↘ ↘	T. R.	↘ ↘	1
3		6.8		7.5		T. P.		3 R
1		4.2		5.5		T. P.		2

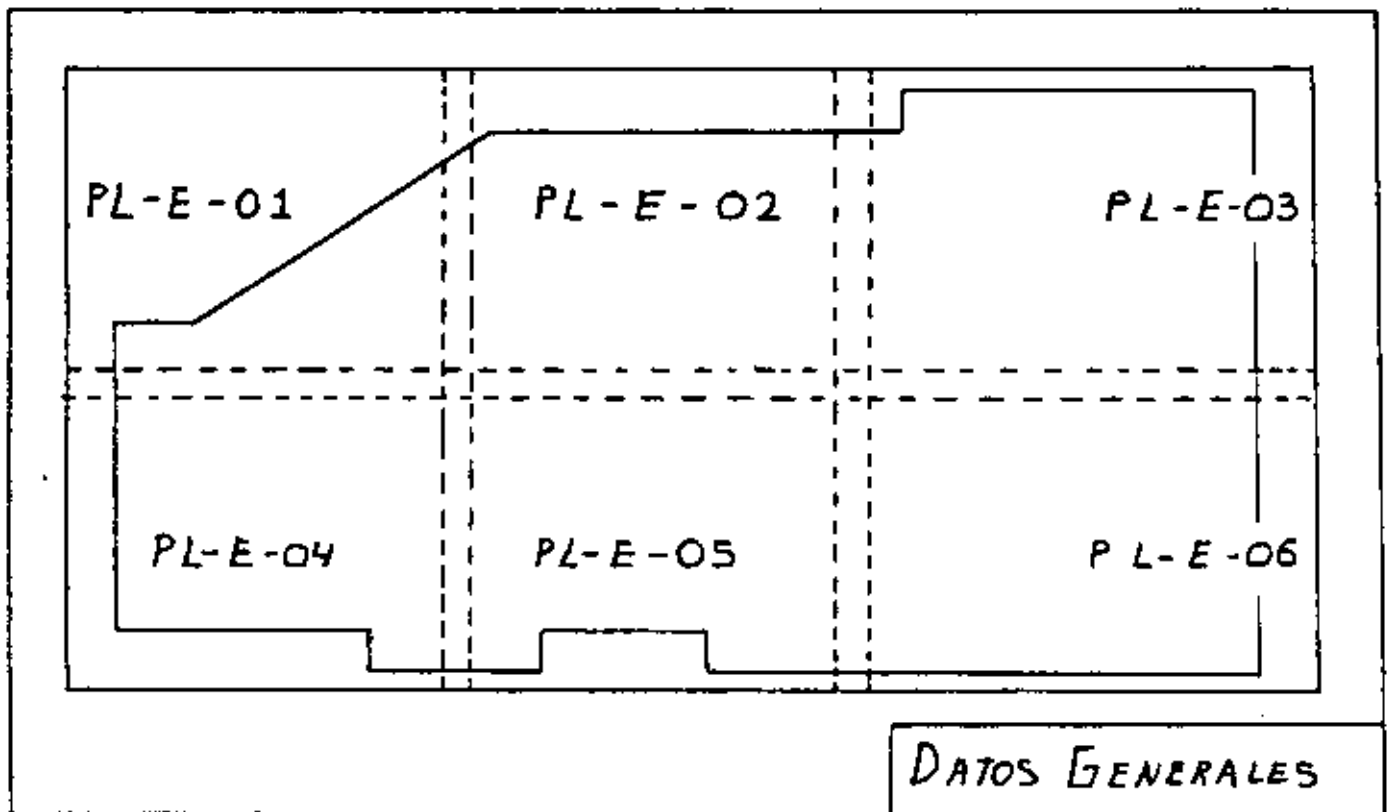
T.R. - TENSION REDUCIDA

T.P. - TENSION PLENA



# GENERALES

- ① PLANO DE CONJUNTO DE LA INSTALACION DE REFERENCIA



- ② CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE PROTECCIONES

- ③ ESCALAS DE DIBUJO EMPLEADAS  
(INCLUIRLAS EN CADA PLANO, Y EN CADA UNO DE LOS DETALLES DE MONTAJE)



## OMISIONES FRECUENTES EN LOS PLANOS.

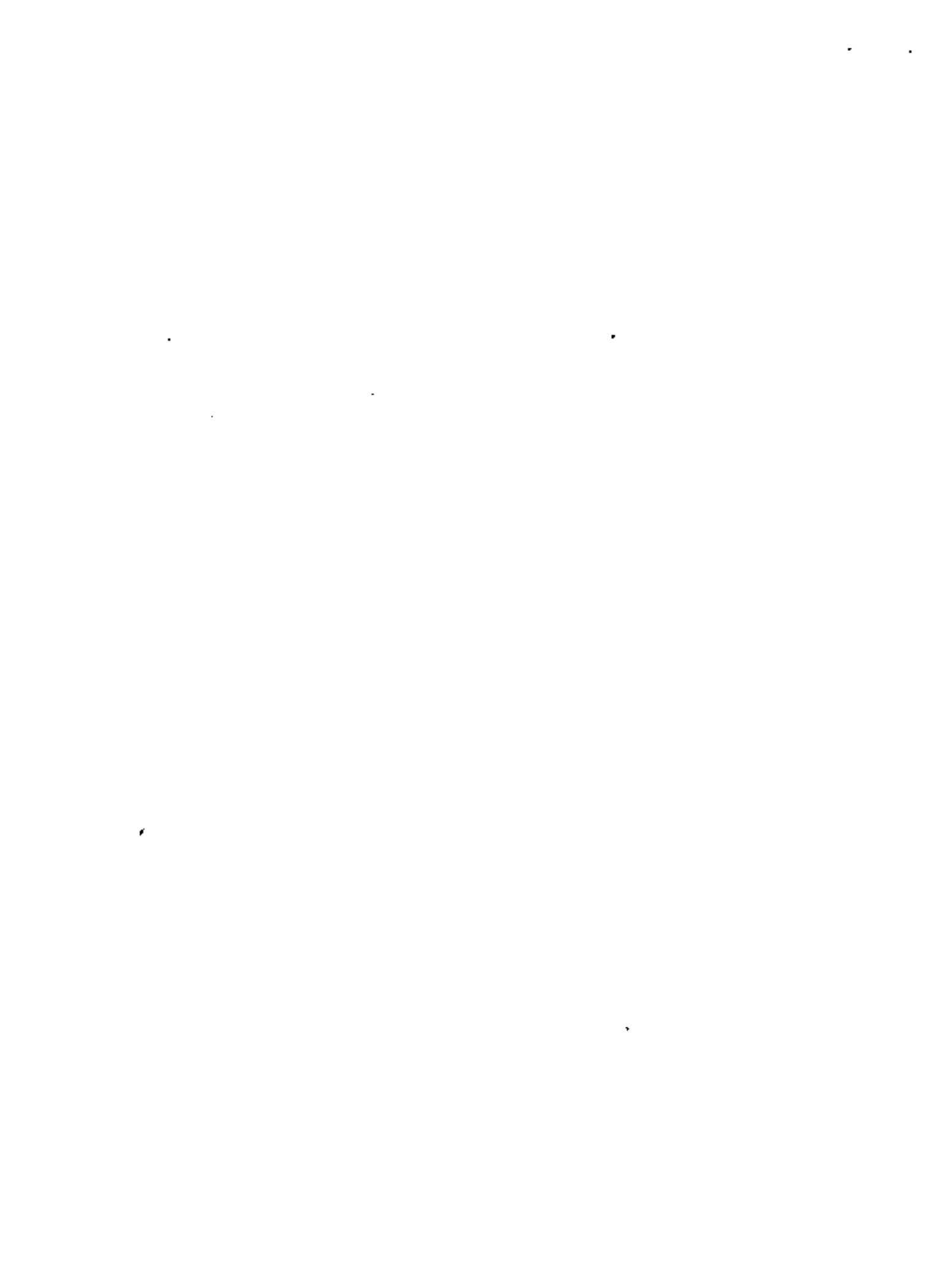
## II. - SUBESTACIONES.

1. - Capacidad de conducción continua (en amperes), de las cuchillas de paso.
2. - Capacidad de conducción continua (en amperes), del interruptor.
3. - Tipo, valor nominal del fusible y capacidad interruptiva del mismo.
4. - Conexión del interruptor a las boquillas del primario del transformador (barra o cable).
5. - Capacidad de conducción continua (en amperes), de las barras. - Material de las mismas.
6. - Características del transformador tales como capacidad, tensiones primaria y secundaria, impedancia propia, etc.
7. - Características de los cables de alta tensión, tales como: tensión nominal, calibre, tipo de aislamiento, existencia o no de pantalla semiconductora, etc.
8. - Características de las terminales del cable: pantallas semiconductoras, conos de alivio y aterrizado.
9. - Disposición de los cables de alta tensión en los registros, radios de curvatura, sujeción de cables y características de la canalización donde se alojen.
10. - Características del sistema de tierra de gabinetes y partes metálicas, conectores empleados, material y dimensiones de los electrodos de tierra, etc.
11. - Mecanismo de seguridad que impide abrir los gabinetes cuando el interruptor esta en la posición de cerrado.
12. - Tipo, capacidad y localización del extintor.
13. - Características y localización del alumbrado.
14. - Localización de la coladera para el drenaje de aceite.
15. - Material, dimensiones y características de construcción de tarimas o tapetes aislantes.
16. - Ubicación de los accesos a la subestación, medio de acceso al nivel donde se localiza la subestación en caso de subestaciones en -



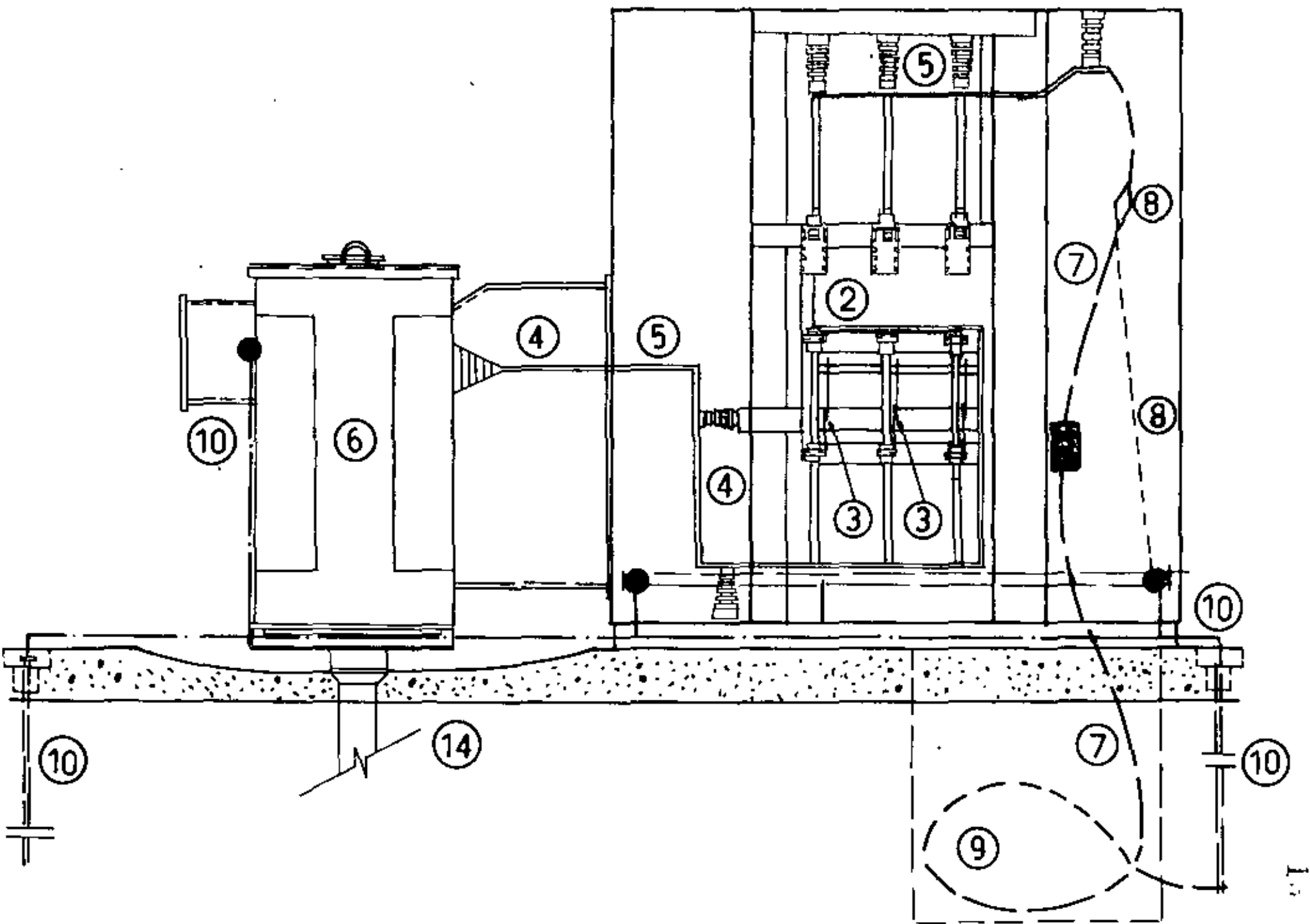
azoteas; y dirección de abarimiento de puertas.

17. - Delimitación del área ocupada por la subestación (subestaciones abiertas).
18. - Espacios necesarios para poder trabajar (reposición y mantenimiento), con fusibles y apartarrayos (subestaciones abiertas).



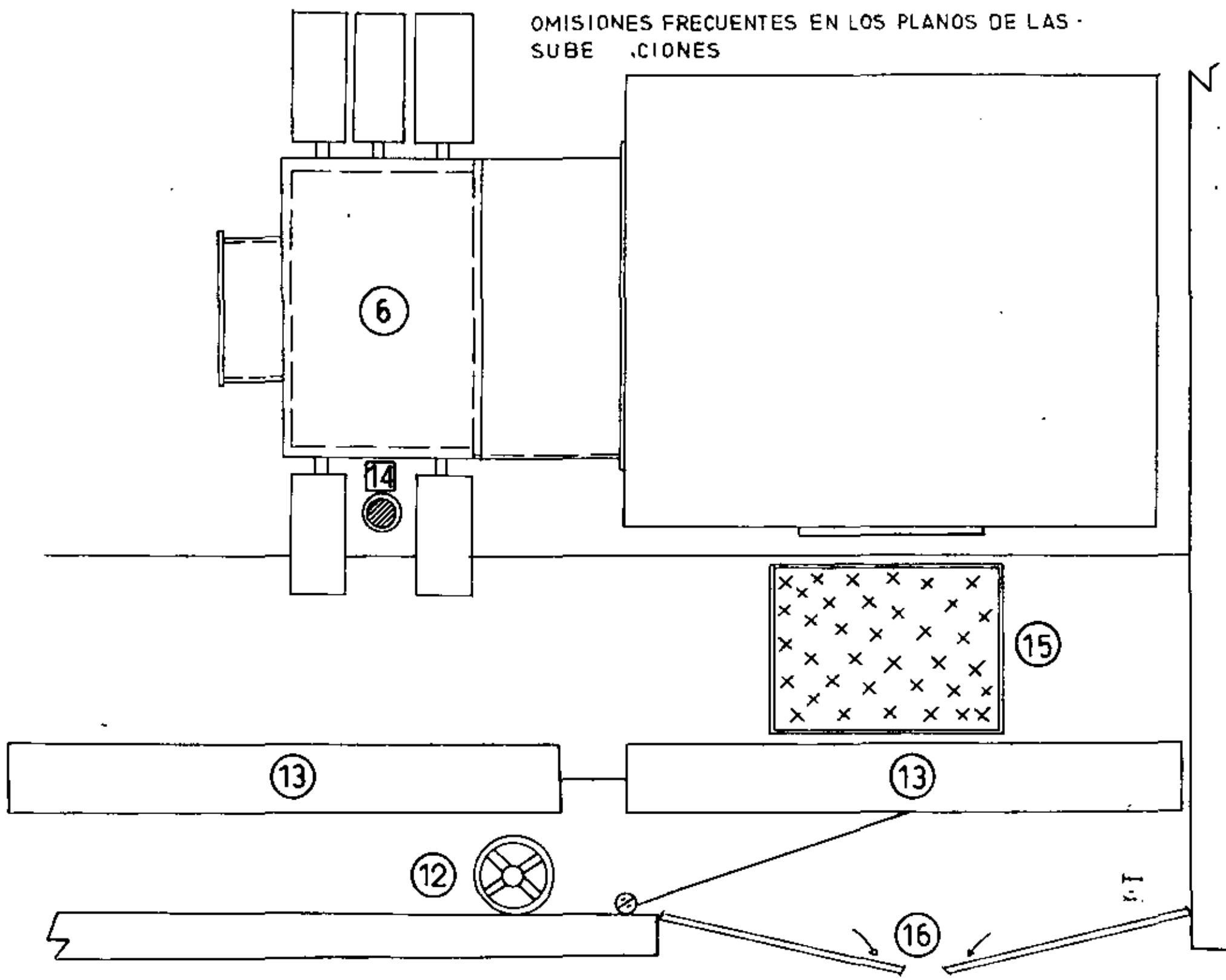


OMISIONES FRECUENTES EN LOS PLANOS DE LAS SUBESTACIONES



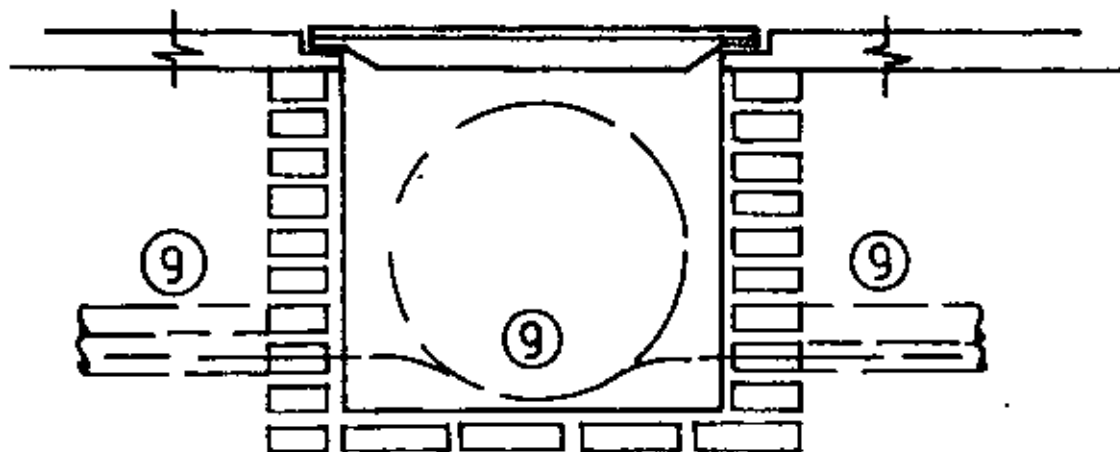


OMISIONES FRECUENTES EN LOS PLANOS DE LAS  
SUBE .CIONES



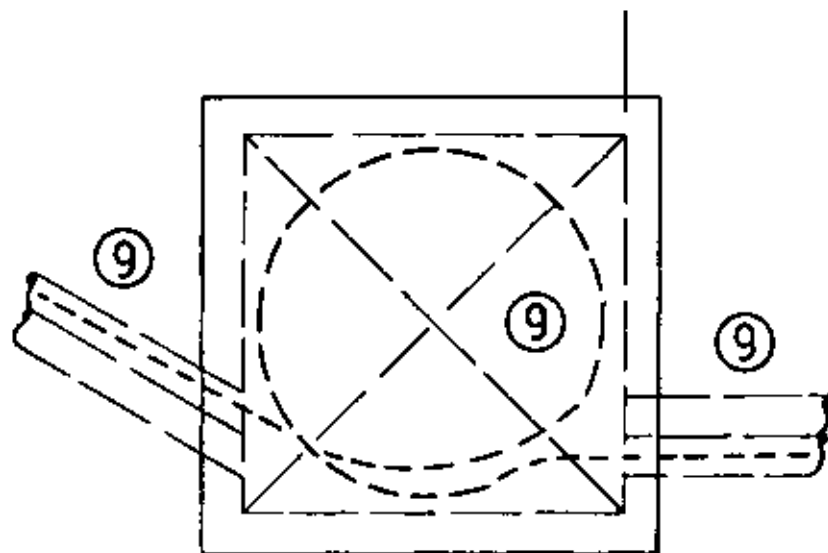


OMISIONES FRECUENTES EN LOS PLANOS DE LAS SUBESTACIONES  
DISPOSICION DE REGISTROS Y CABLES





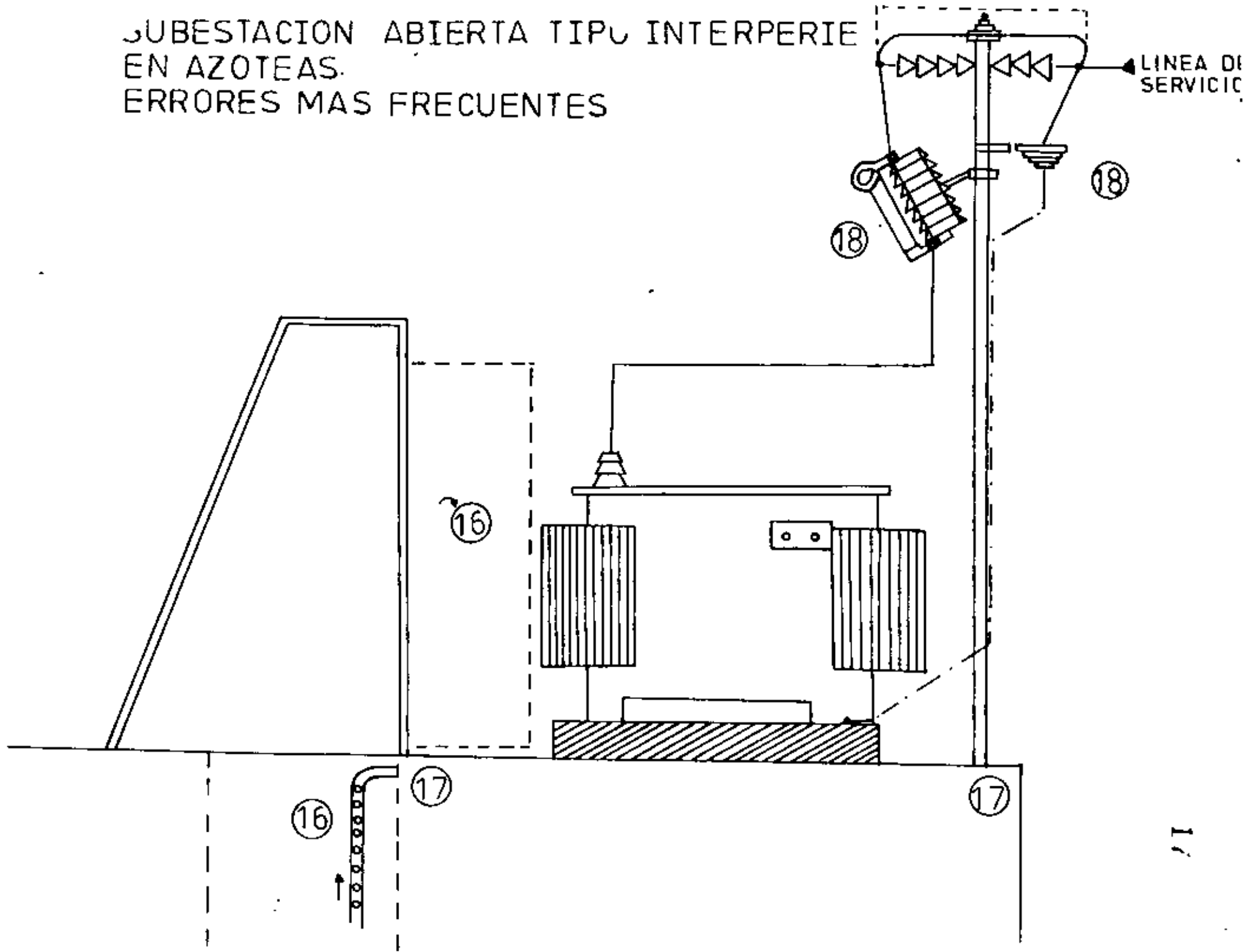
OMISIONES FRECUENTES EN LOS PLANOS DE LAS SUBESTACIONES  
DISPOSICION DE REGISTROS Y CABLES







SUBESTACION ABIERTA TIPO INTERPERIE  
EN AZOTEAS.  
ERRORES MAS FRECUENTES





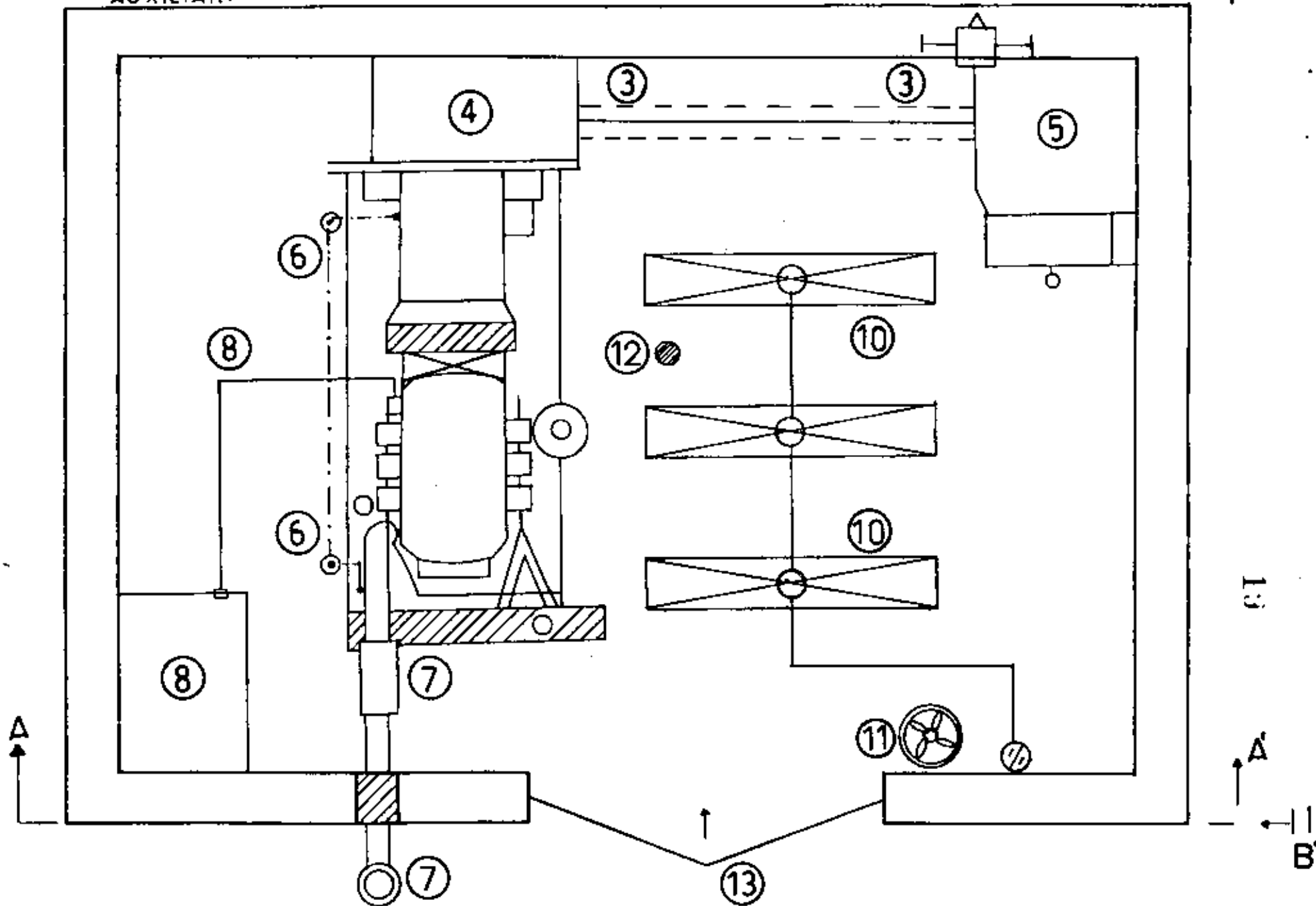
## OMISIONES FRECUENTES EN LOS PLANOS.

## III. - PLANTAS GENERADORAS.

1. - Características generales de la planta tales como: tipo de servicio, potencia, tensión nominal, factor de potencia, peso total, tipo de arranque, etc.
2. - Diagrama unifilar (debe mostrar el circuito de generación, de transferencia y los circuitos de utilización de dicha fuente).
3. - Características de los conductores (calibre y tipo de aislamiento) y de las canalizaciones (tipo y dimensiones), de la planta al interruptor de transferencia. Disposición física.
4. - Tipo y valor nominal de la protección principal contra sobrecorriente de la planta, así como la localización de su tablero de control.
5. - Tipo, capacidad y localización del interruptor de transferencia.
6. - Características generales y disposición física del sistema de tierras (mismos puntos que para las subestaciones).
7. - Características generales y disposición física del sistema de escape de gases de la combustión (dimensiones de tubos, materiales, silenciador, etc.)
8. - Características generales y disposición física del sistema de abastecimiento de combustible (material y dimensiones de tubería, capacidad de tanques, etc.)
9. - Tipo y características del montaje y cimentación de la planta.
10. - Características generales y disposición física del alumbrado.
11. - Tipo, capacidad y ubicación del extintor.
12. - Localización del drenaje.
13. - Ubicación de los accesos.

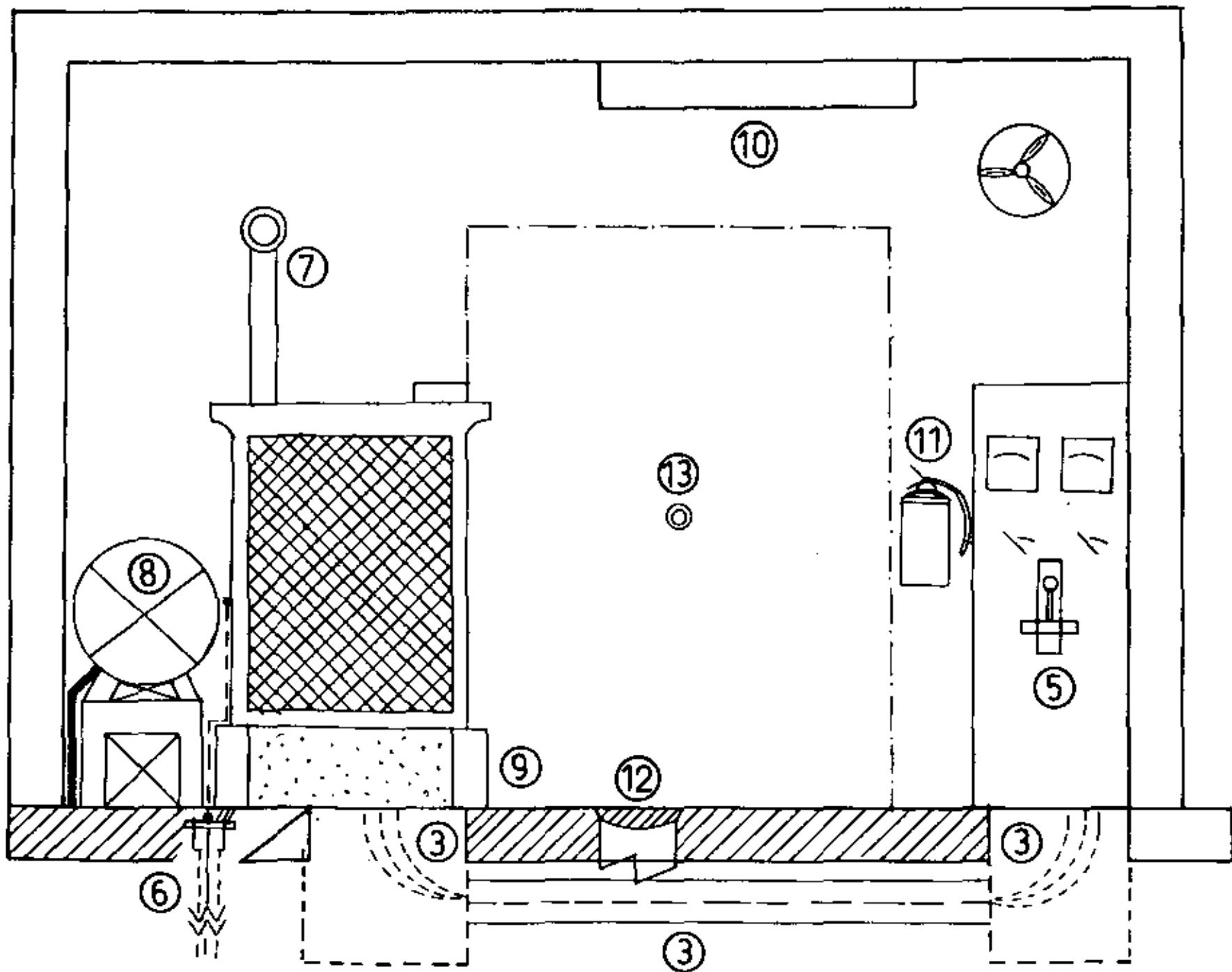


VISTA DE PLANTA TIPICA, DE UNA UNIDAD GENERADORA DE EMERGENCIA Y SU EQUIPO AUXILIAR.





CORTE A-A' DEL DIBUJO ANTERIOR







CORTE B-B' DEL DIBUJO ANTERIOR

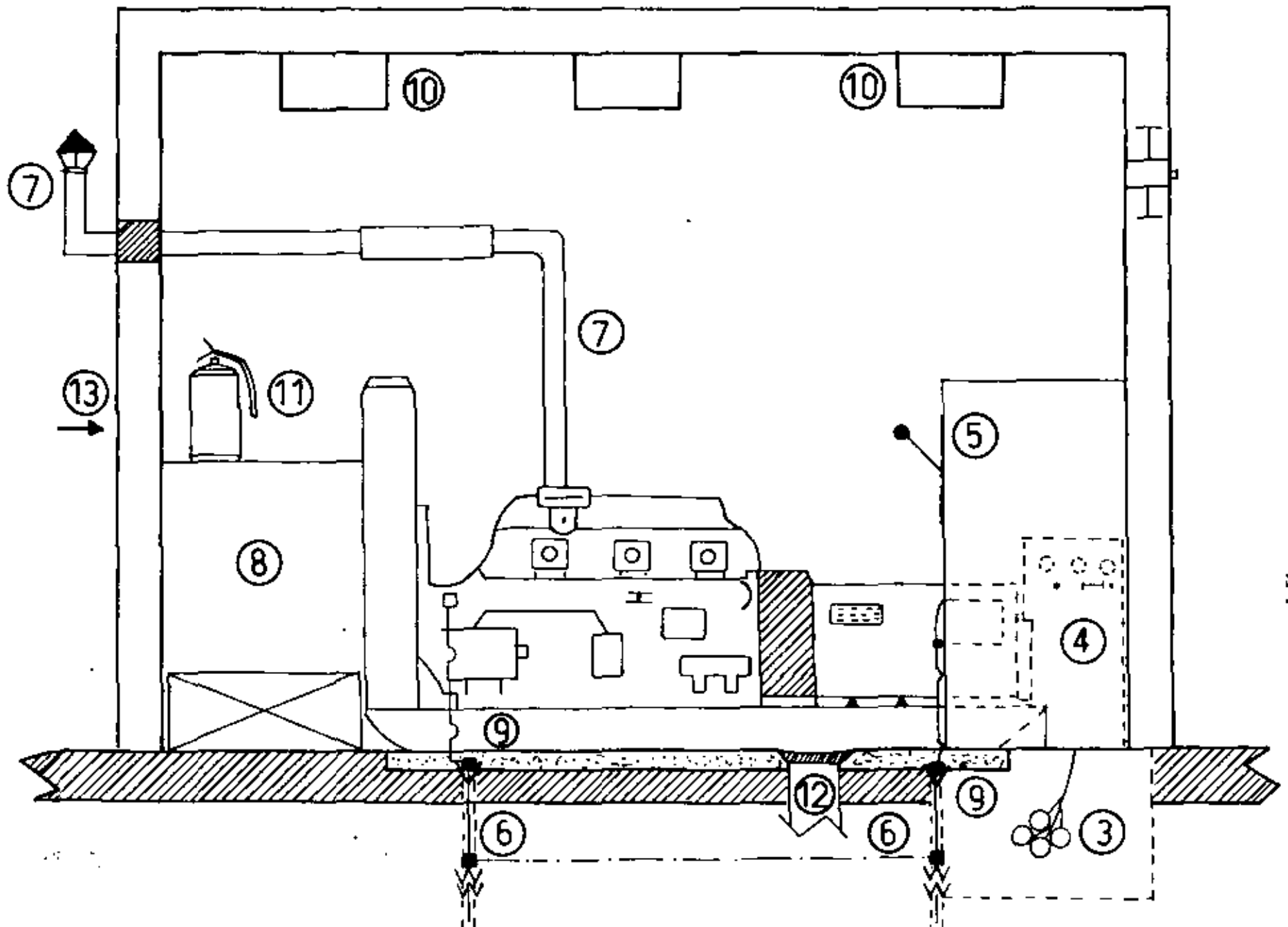
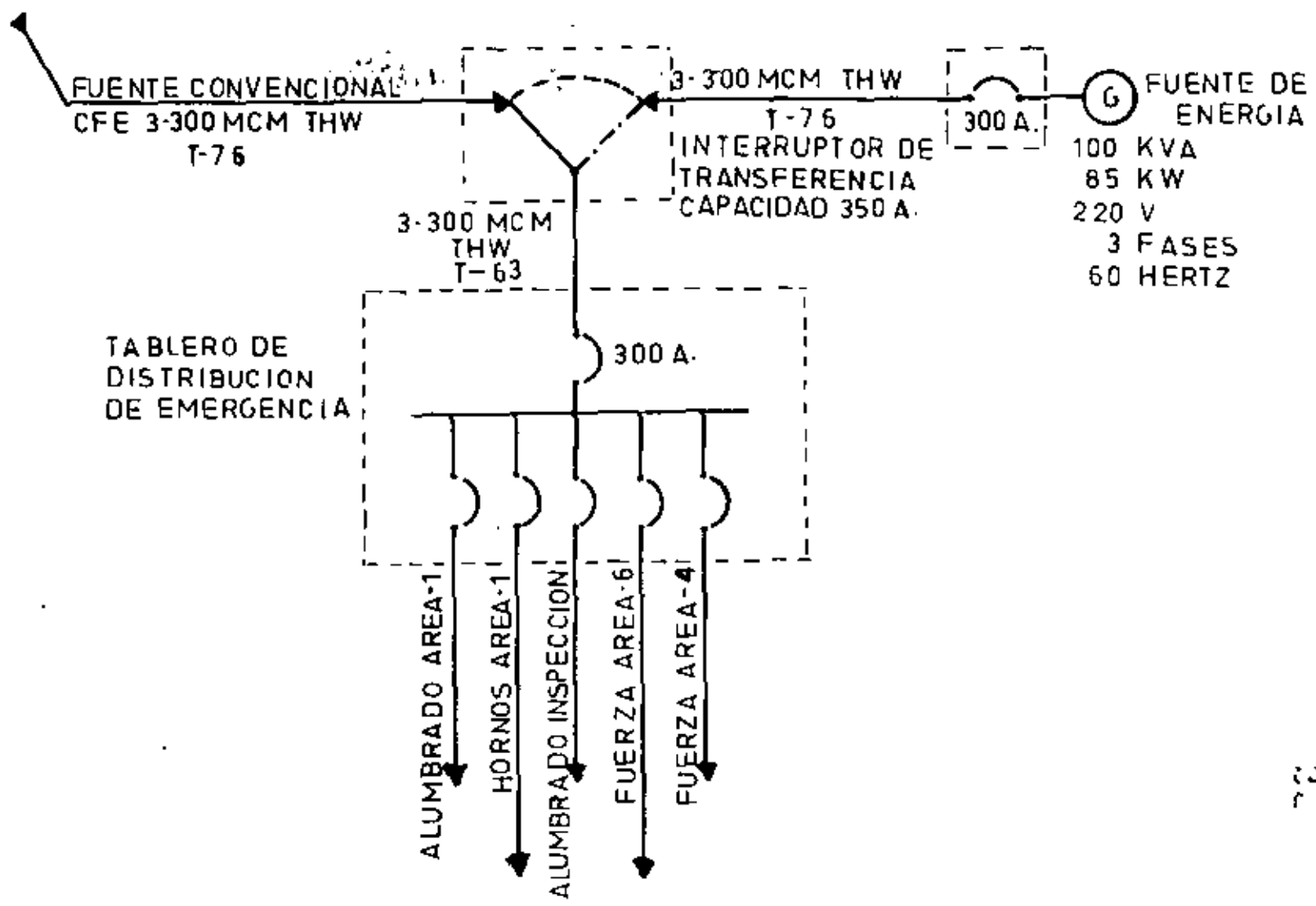




DIAGRAMA UNIFILAR TIPICO DE UN SISTEMA DE ALIMENTACION DE EMERGENCIA







centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

INSTALACIONES ESPECIALES

Ing Pablo Zapían Lechuga

Noviembre, 1980



## INSTALACIONES ELECTRICAS ESPECIALES

### INTRODUCCION :

El fin último de toda obra que se proyecta y realiza, es prestar un servicio eficaz y eficiente. Estas metas solo pueden alcanzarse mediante el equilibrio de todos los componentes, sistemas y subsistemas que integran el conjunto y lo hacen funcional y económico a lo largo de su vida útil.

Los sistemas de "comunicaciones audio visuales", ( así denominados en forma genérica ) forman parte de ese conjunto y deben planearse oportunamente con una adecuada visión del futuro, habida cuenta de la natural variación y expansión de demandas y necesidades, y del acelerado progreso tecnológico que estamos viviendo.

En esta sesión, habrémos de cubrir los aspectos básicos de planeación y construcción de las instalaciones de este tipo, que con mayor frecuencia se presentan en los edificios, cuya importancia no puede soslayarse ya que constituyen los "sentidos" que permiten la operación eficaz del conjunto.

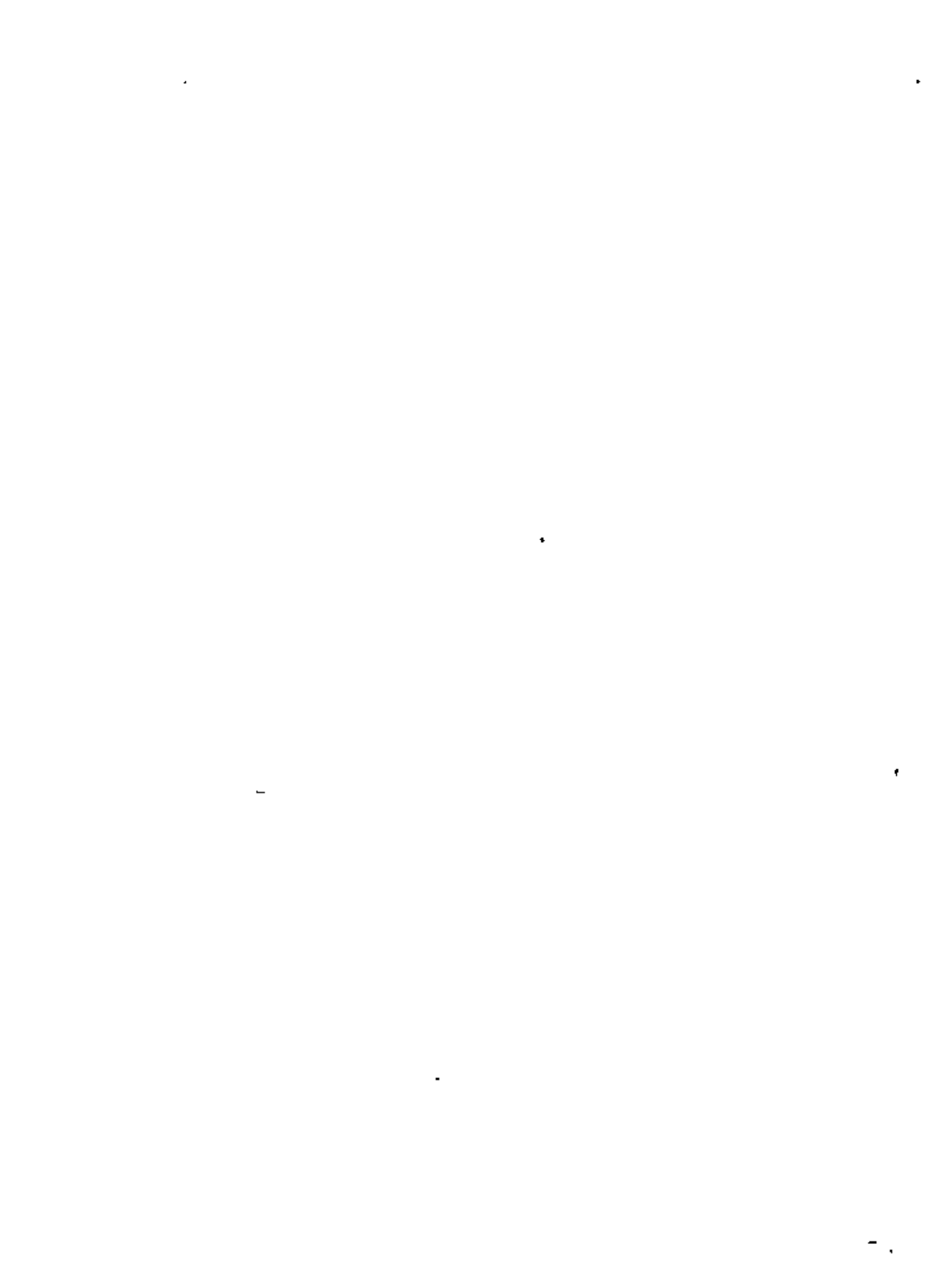
### Cubriremos:

#### 1.- Instalaciones de Comunicación:

- a) Telefónicas y de Intercomunicación
- b) Electroacusticas ( sonorización )
- c) de Televisión en C. Cerrado
- d) de señalización

#### 2.- Alarmas

- a) Contra Incendio
- b) Contra Robos.





### Consideraciones Generales

En primera instancia y de acuerdo con la dirección del -- proyecto, debe procederse a la definición de las necesida -- das presentes y futuras para todos los tipos de instalación que pueden intervenir, a fin de no incurrir en duplicida -- des u omisiones.

En muchos casos el estudio integral de necesidades, puede mostrar que es posible resolver conjuntamente las insta -- laciones de teléfonos e intercomunicación ya que ambos -- en esencia son para intercomunicación, y se diferencian -- solamente en que las primeras, tradicionalmente se han -- conceptuado como instalaciones para comunicación exter -- na al edificio o unidad física y las segundas como instala -- ciones solo para servicio interior.

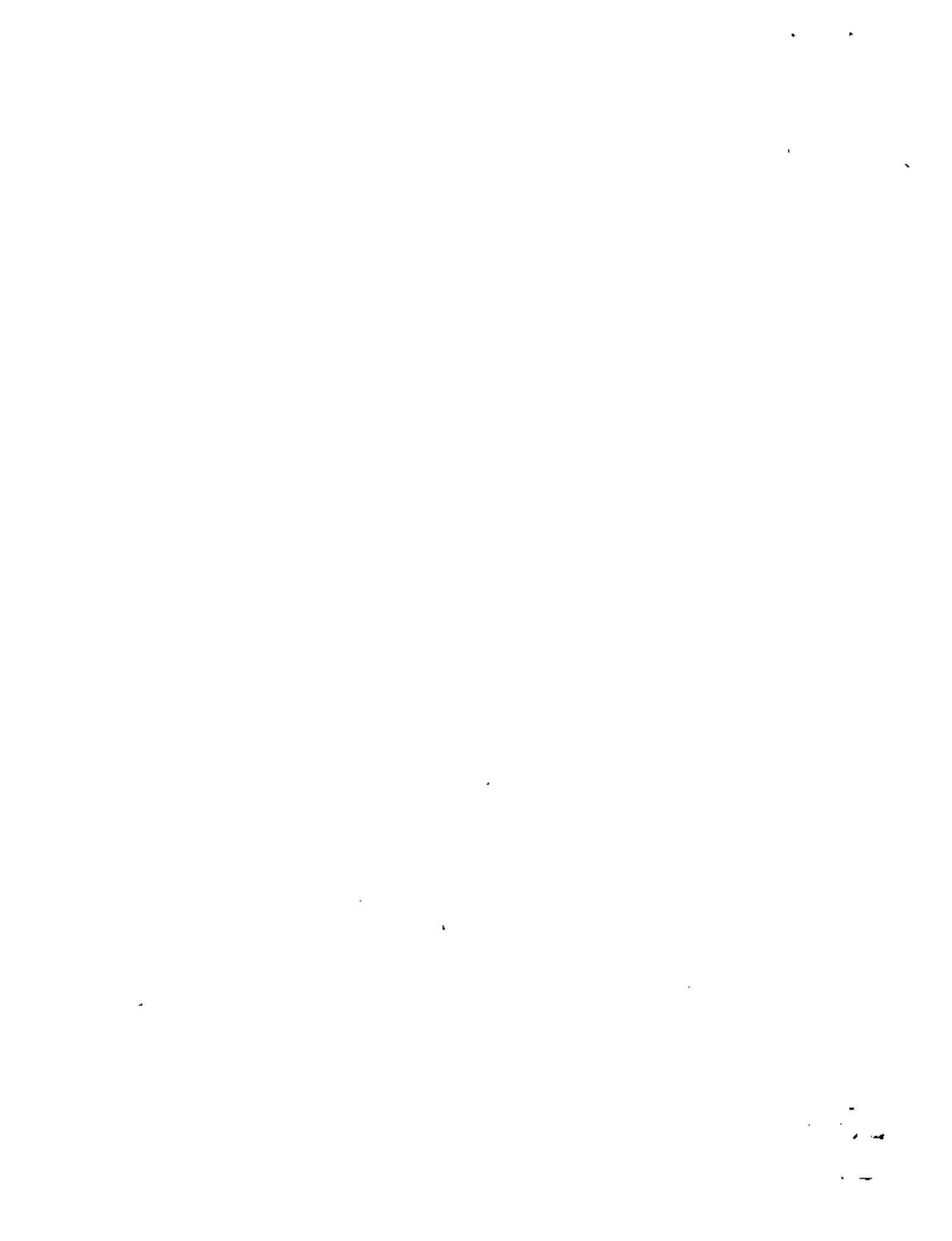
La realidad es que en muchas ocasiones, ambos servicios pueden resolverse con un solo sistema.

En otras ocasiones, es indispensable mezclar o interconec -- tar sistemas de intercomunicación interna con electroacús -- ticos para voice, o con circuitos de televisión, etc.

En otras palabras, es cada día más cierto que los sistemas de comunicación, alarma y control deben ser diseñados y ejecutados íntegramente para cada caso específico y que en un futuro próximo deberemos tratar con sistemas centra -- lizados y posiblemente computarizados.

En nuestro medio aún existe una gran resistencia a estas soluciones integrales, debido a la intervención casi obliga -- da de diversas empresas proveedoras, constructoras, y -- operadoras de los sistemas que por razones de convenien -- cia o limitación técnica no facilitan las soluciones y en -- torpecen con normas rígidas la posibilidad de mejores so -- luciones. Estas limitaciones solo se evitan cuando el --





director del proyecto cuenta con conocimientos técnicos y reglamentarios suficientemente amplios que lo revistan de la capacidad negociadora necesaria para lograr las mejores soluciones.

Dado que se trata de resolver integralmente, se deben determinar en esa forma, las necesidades y alcances de los servicios, para posteriormente proceder a estudiar las soluciones aplicables.

La determinación correcta de las necesidades significa conocer: Uso del edificio, usos específicos por áreas, densidad de población fija y flotante, tipo de servicio que prestará cada área o dependencia, condiciones restrictivas y de seguridad, áreas de alto riesgo, etc.

Con ese conocimiento, y en función de los programas arquitectónicos definidos, y del esquema orgánico de la empresa o entidad, se prepara un cuestionario o matriz que permita consignar las necesidades de cada área. (ejemplo).

AREA	COMUNICACIONES				ALARMAS			Observaciones
	Sup. M2.	Ext.	Inter.	Sonido	CCTV	Robo	Incend.	
1) Direc. Gral.	100	21	1 VA	FM	Monit	si	si	
Secretaria	30	25	- -	FM		--	--	
Auxiliar	20	1E	1 VA	- -		--	--	
2) Ofna. Admva.	50	1E	1 VA	FM	CAM.	--	--	
Caja	20	1E1L	- -	- -		si	si	
Contab.	200	5E1L	- -	- -		si	si	
3) Depto. Téc.	30	1L1E	1 VA	Mic	Cam.	--	--	
Of. A1	150	1E	- -	FM-Voc		--	--	
Of. A2	150	1E	- -	FM-Voc		--	--	
Of. A3	150	1E	- -	FM-Voc		--	--	



Esta matriz, debidamente diseñada con sus claves, sus observaciones y notas, permitirá pasar mediante diagramas - simples de flechas, bloque etc., a la solución más funcional de los sistemas.

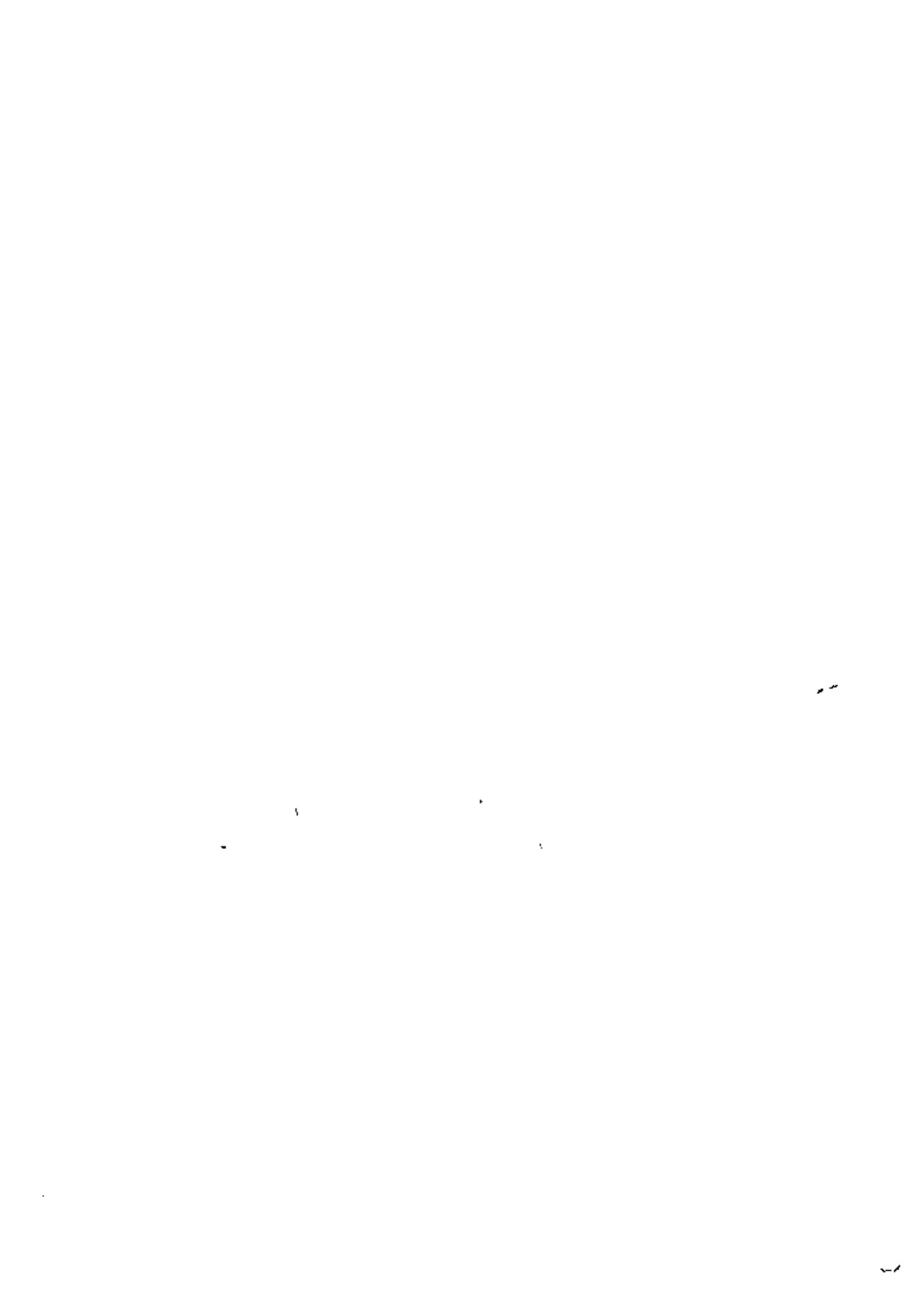
De esas soluciones esquemáticas, se procedería a preparar planos preliminares en los que deben ubicarse con la - - simbología respectiva, todos los servicios requeridos, procediendo a la proposición de trayectorias de canalización y distribución más funcionales, de acuerdo con las normas generales siguientes:

- 1.- La distribución debe hacerse en forma escalonada y radial. Cada punto extremo de distribución, no debe exceder de 10 servicios, en el caso de servicios telefónicos.
- 2.- La canalización se origina en el sitio elegido para la concentración de los servicios, o sea en el "distribuidor", y de aquí se ramifica al o los edificios y sale hacia el exterior para hacer el enlace correspondiente.
- 3.- Para servicios telefónicos, y preferentemente en todos los tipos de instalaciones, deben existir siempre en las instalaciones primarias de distribución doble capacidad de canalización, de manera tal que siempre sea posible y expedita la introducción de cables para sustitución de otros dañados. De hecho en algunos casos debe dejarse una doble tubería.

### CANALIZACIONES INTERIORES

Los diámetros mínimos a emplear en canalizaciones de tipo telefónico, son:





En tuberías horizontales secundarias:

1 a 2 pares	- - - - -	13 mm.
3 a 6 pares	- - - - -	19 mm.
7 a 10 pares	- - - - -	25 mm.

cuando se estime que en estas mismas canalizaciones deberán introducirse líneas para servicios intersecretariales, es indispensable que las tuberías sean de 25 mm. o de 32 mm.

En tuberías primarias verticales u horizontales, cuya función es interconectar registros de distribución, los diámetros mínimos deben ser:

10 - 30 pares	- - - - -	25 mm.
40 - 50 pares	- - - - -	32 mm.
70 - 80 pares	- - - - -	38 mm.
100 - 150 pares	- - - - -	50 mm.
200 - 300 pares	- - - - -	76 mm.

Los registros de muro y según sus dimensiones y aplicación, se clasifican como sigue, y deben ser robustos ( lámina Núm. 18 USG ) con puertas embisagradas, cierre sencillo y con fondo de madera de 1.5 cms. de espesor; para la colocación de terminales.





DIMENSIONES (cms.)	USO EN LINEAS DE TIPO	NUM. DE PARES EN PLINTOS EMPALME	
56 x 56 x 13	Principal	80	600
56 x 28 x 13	Principal	40	200
30 x 30 x 13	Secundaria	20	- -
28 x 28 x 13	Secundaria	20	- -
20 x 20 x 13	Secundaria	10	- -
15 x 15 x 13	De paso	10	- -
60 x 60 x 60	Acometidas en	- -	100
80 x 80 x 80	Banquetas	- -	200

NOTA

No deben extenderse tuberías a más de 20 m. sin registros, ni debe hacer más de dos curvas entre registros.

Los registros de muro deben colocarse en áreas públicas a una altura entre 20 y 100 cms. sobre el nivel de piso terminado, para facilitar su acceso y atención.

Ver gráficas (1) al (8) que ilustran soluciones típicas de alimentación y de distribución, construcción de registros y la simbología.





## CANALIZACIONES DE RED EXTERIOR O URBANA

Estas se hacen preferentemente bajo banquetas por quedar más accesibles y sujetas a cargas menores. Las cepas se excavan con las profundidades mínimas siguientes:

1, 2 y 4 vías	55 cms. ancho x 100 cms. prof.
6 y 8 vías	75 cms. ancho x 115 cms. prof.
10, 12 y 16 vías	100 cms. ancho x 115 cms. prof.

para lograr un nivel uniforme, a pesar de los cruces de cables, debe referirse la profundidad al nivel del arroyo, y la pendiente de 1% mínimo debe darse hacia los pozos en forma alternada.

En las curvas no deben excederse del 1% de la tangente, y no debe existir más de una entre registros o pozos.

Para librar obstáculos que se encuentren al mismo nivel general de la ducteria, deben profundizarse los registros o pozos correspondientes al tramo y bajar el nivel de todo el tramo uniformemente, respetando la pendiente ya indicada.

La distancia normal entre pozos es de 50 a 110 m, pero no debe exceder esta última.

Los ductos deben asentarse sobre una cama de arena o tierra suave sin piedras de 5 cms. de espesor, previo apisonamiento del fondo de la cepa, para obtener un tendido uniformemente soportado y perfectamente alineado tanto horizontal como verticalmente. Con el auxilio del hilo, se hacen verificaciones en el tramo más largo posible, pero nunca menor de 20 m.

Los ductos deben estar limpios interiormente y se colocan poniendo una pequeña plantilla de mezcla en la junta, posteriormente se junta la unión con mezcla de cemento.

La correcta alineación se verifica mediante los "bastones", cilindros de madera con regatones de metal de 37 mm. de diámetro y



30 cms. de longitud que tiene un bastón de madera de 1.35 m. de largo con un tope que asegura su centrado en la junta. Estos "bastones" deben permanecer en la junta hasta terminar su unión con la mezcla de cemento, para asegurar que la unión quede limpia.

Al terminar un tramo de canalización, se verifica la continuidad de cada vía mediante un "cilindro mensajero" fabricado de tubo de acero de 85 mm. de diámetro y 25 cms. de largo con bordes redondeados, que debe tener argollas en cada extremo. Este cilindro se pasa de pozo a pozo con un cable robusto y debe atarse en ambos lados para el caso de falla del cable.

Los pozos pueden ser de dos, tres o cuatro boquillas y su construcción se ilustra en las gráficas 10, 11 y 12, pudiendo ser necesarios pozos de figura especial que en esencia se desarrollan con el mismo criterio.

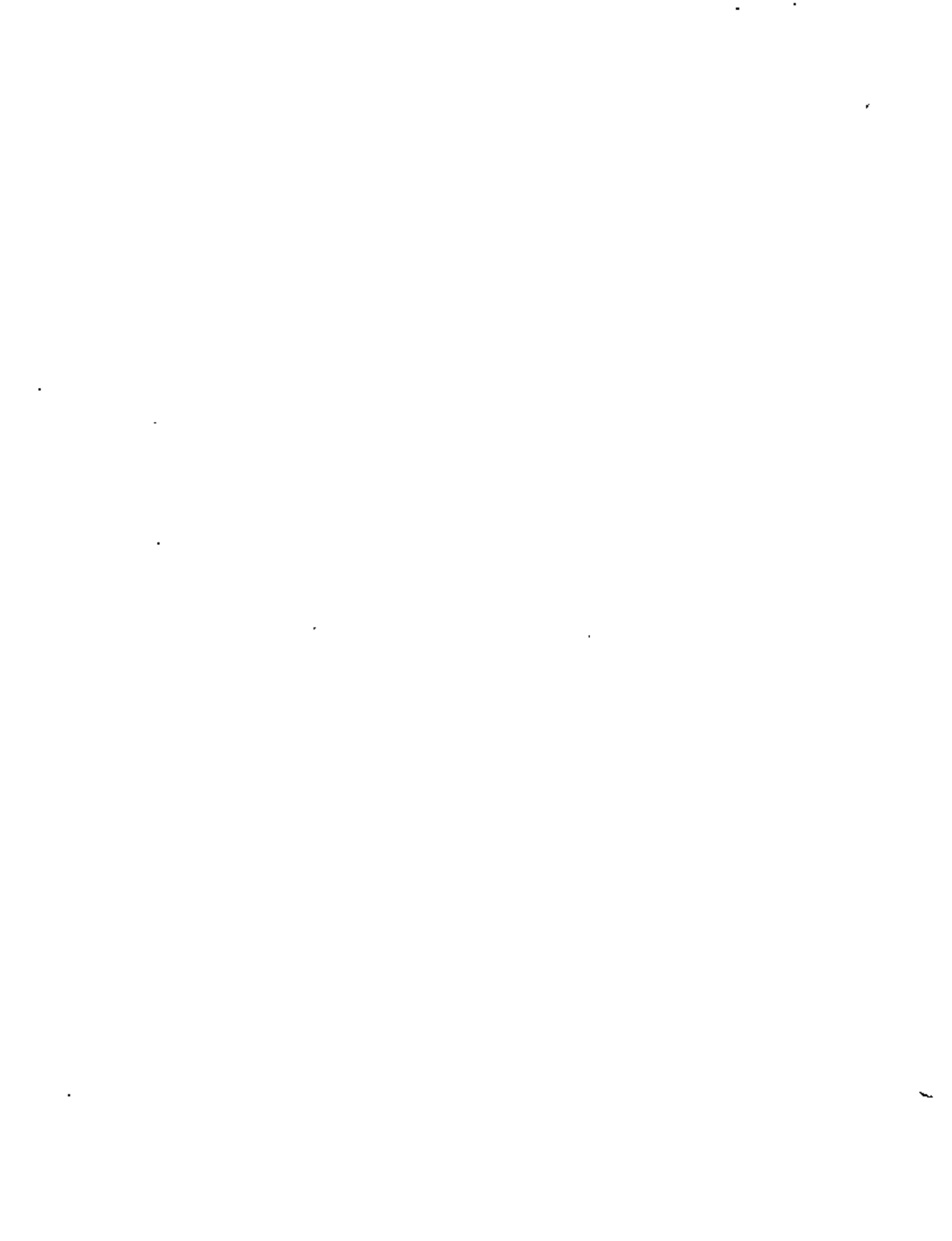
Los pozos como se indica en la gráfica 10 pueden ser de tres tamaños y su uso es en función del número de vías que recibe:

Chico:	2 vías
Mediano:	4 a 8 vías
Grande:	más de 8 vías.

### CABLEADOS TELEFONICOS:

Esta clase de cableados se aplican tanto en las instalaciones telefónicas como en una gran mayoría de las de intercomunicación.

De hecho, desde el punto de vista técnico todo sistema que use conmutación y receptores transmisores que operan bajo principios de telefonía es un sistema telefónico. Existen en el mercado numerosos equipos que incorporan circuitos electrónicos, como son amplificadores, filtros, bloqueadores etc., estos también se enlazan mediante cableados del tipo telefónico.



Los cableados pueden ser expuestos o visibles o bien ocultos, por tanto se cuenta con cables cuya construcción es diferente entre sí y ad-hoc al servicio que deben prestar.

Los tipos más usuales son :

- EKI** Con forro de PVC gris, para usos interior en edificios, en canalizaciones y eventualmente expuesto, su construcción es multifilar de -- alambres aislados con PVC, arreglados en pares identificables, en calibre 26 AWG (0.40 mm), en 10, 20, 30, 50, 70 y 100 pares.
- EKE** Con forros de polietileno negro, para uso en exteriores y de mismas características de construcción eléctricas que el EKI, pero también se construye en calibre 24 AWG ( 0.51 mm ) en 150, 200 y 300 pares.
- EKD** Es un cable con aislamiento de PVC y forro de plomo, para usos especiales ( entre planta y distribuidor en centrales ) y se fabrica en 100, 200 y 300 pares calibre 26 AWG.
- ASP** Es un cable similar al EKE, con un cable de acero integrado al forro que sirve para soportarlo en líneas aéreas. Se construye en calibre 26 AWG de 10 a 100 pares, en calibre 24 de 10 a 50 pares y en calibre 22 de 10 a 50 pares.

El código de colores para identificación y la construcción, se ilustra en la gráfica ( 9 ).

La instalación de cables telefónicos debe hacerse con gran cuidado, evitando fricciones y tensiones excesivas que puedan deteriorar el forro o romper hilos, esta es la razón por la que las canalizaciones siempre parecen exageradas.





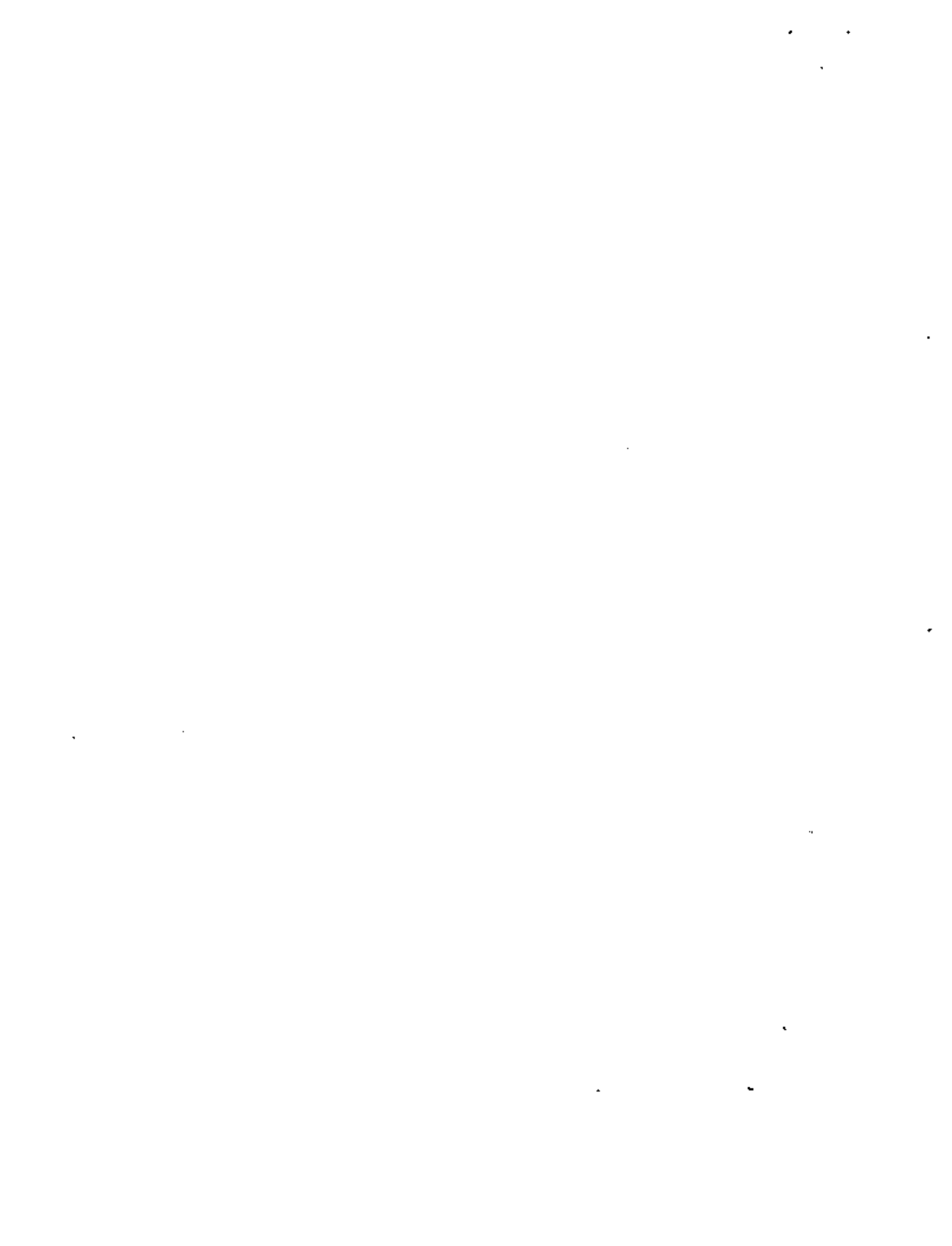
En la distribución, se usan los cables multipares para líneas principales en las que el número de servicios a conducir lo justifica, en la distribución de servicios a los aparatos individuales, se utiliza: un conductor torzal en 2 ó 3 hilos calibre 22 AWG denominado "Jumper" para tuberías conduit o bien un cordón - paralelo de 2 ó 3 hilos cuando se trata de instalaciones expuestas o murales.

En los registros generales a que ya hemos hecho referencia, se instalan tablillas terminales denominadas PLINTOS que cuentan con una pata posterior para soldar y dos tornillos frontales para puentear. En estos plintos se lleva a cabo la distribución - por áreas y permiten hacer las pruebas de líneas.

### CANALIZACIONES PARA OTRAS INSTALACIONES ESPECIALES

En el caso de instalaciones para sonido, T.V. alarmas, etc., no existen normas de canalización definidas, pero los criterios a seguir son consistentes con los ya expuestos:

- 1) Debe asegurarse la protección del cable o conductor alojado.
- 2) Debe permitir la fácil introducción o extracción sin que sufra daños.
- 3) Debe ser estanco a la humedad, polvo, roedores etc.
- 4) La instalación debe resolverse tomando en cuenta - los riesgos a que está expuesta la canalización, como son cargas mecánicas, golpes, inducción electromagnética etc.
- 5) Cuando se tiene duda razonable de la compatibilidad de instalaciones, o por otra causa, la consulta al especialista es indispensable.
- 6) Deben evitarse las trayectorias tortuosas y poco claras y los registros deben ser sólidos, amplios y accesibles ya que todas las instalaciones especiales requieren algún tipo de accesorios en los registros.



además de las tablillas de terminales, como son: derivadores, amplificadores, transformadores de impedancia, relevadores auxiliares etc.

- 7) El dimensionamiento debe hacerse con el conocimiento de los diversos tipos de cables que se emplean.

## ·INSTALACIONES DE SONIDO O ELECTROACUSTICAS

### Determinación del objetivo del sistema y fijación de necesidades.

Un sistema de sonido Comercial, es aquel que se aplica en instituciones como Hoteles, Restaurantes, Bares, Hospitales, Edificios de Oficinas, etc., cuyos objetivos primordiales son:

- I Música de Fondo
- II Llamadas a Personal ( Voceo )
- III Ambos

De lo anterior se puede concluir que el sistema no requiere -- forzosamente Alta Fidelidad, por lo que es mas que suficiente - contar con un equipo capaz de reproducir audio frecuencias del orden de 45 a 14000 hertz con menos de 1% de distorsión total, a un nivel normal de operación.

Un Equipo Comercial, debe ser sencillo dentro de lo posible, para que su operación y mantenimiento sean relativamente simples en función del personal disponible, y debe ser robusto ya que por lo general opera entre 8 y 16 horas diarias continuas y eventualmente recibe tratos inconvenientes.

Por lo general, los sistemas no son tan simples como en ocasiones parecen y deben resolverse en función de las condiciones de operación por zonas como son.

No todas las áreas requieren el mismo horario de servicios, por lo que deben preverse canales o interruptores para manejarlos independientemente.



Es posible que se requieran programas musicales o voceo diferentes en cada zona, lo que obliga a proveer amplificadores separados.

Cuando en cierta área se requieren ambos servicios, es importante decidir si el voceo se superpondrá a la música de fondo a un nivel mayor, o si al efectuar llamadas, deberá cortarse la música de fondo para dar mayor inteligibilidad a las palabras, en este último caso se requerirá un dispositivo automático de corte, actuado mediante el botón operador del micrófono de voceo.

La práctica usual en un sistema comercial con más de 10 bocinas, (por decir una cifra) es distribuir la salida de audio, mediante el sistema de voltaje constante, (70 ó 100 volts.) salida de la que están dotados los amplificadores comerciales. Esto permite evitar complicadas conexiones serie-paralelo entre las bocinas, para igualar impedancias entre el amplificador y estas.

En el sistema de voltaje constante, la conexión de bocinas se hace en paralelo aplicando transformadores de línea (primario a 70/100-V y secundario en 4, 8 ó 16 ahms) y esto simplifica enormemente los alambrados.

No obstante siempre es posible que un transformador o un ramal de la línea pueda sufrir un "corto circuito", esto conduciría a que gran parte de la energía de salida del amplificador, se perdería y el volumen de todas las bocinas conectadas a éste se anularía. Como es de comprenderse es muy difícil determinar cual transformador se puso en "corto circuito" o a qué ramal ocurrió este, por ello es definitivamente necesario dividir el sistema en circuitos razonados que terminados en tablillas de conexión o en un tablero de interruptores, permitan detectar fácilmente la falla y aislarla sin afectar todo el sistema.

Adicionalmente, en locales cuyas condiciones acústicas son críticas, como son, iglesias, auditorios, gimnasios, etc., es necesario contar con circuitos de bocinas, arreglados en tal forma, que sean susceptibles de poner en operación solamente



aquellas bocinas que sirven a las zonas ocupadas por el público, a fin de eliminar al máximo los problemas de reverberación.

### SELECCION DE EQUIPO

#### Clasificación de Bocinas y Cajas Acústicas ( Baffles ), según su construcción y servicio:

Servicio  
Interior

Baffle sencillo (1 bocina)

Columna Sonora (varias )

Servicio  
Exterior

Columna Sonora

Trompeta Reentrante

Se indicó que la respuesta ideal sería entre 45 y 14000 hertz, - esto dependerá de las características constructivas de la bocina como son diámetro del cono, diámetro de la bobina de voz, relación entre los anteriores diámetros, densidad del flujo magnético del imán permanente, etc., en realidad depende de aplicar una bocina de buena calidad y buen diseño, lo que se podrá lograr si se recurre a fabricantes de prestigio y se revisan especificaciones mínimas.

Desde luego adicionalmente a la bocina empleada, es definitiva la influencia del baffle o caja acústica, desgraciadamente los baffles más eficientes resultan extremadamente voluminosos y no son aplicables en la generalidad de las instalaciones, esto obliga a emplear baffles de dimensiones limitadas por las condiciones de instalación, lo que tiene como consecuencia una reducción importante en la eficiencia del conjunto, y significa que se deberán usar bocinas con una potencia de salida de aproximadamente 5 veces mayor que la potencia acústica necesaria.

RF





En el caso particular de emplear trompetas reentrantes, por su construcción se debe aceptar una respuesta de frecuencias del orden de 160-9000 hertz, que no es apropiada para reproducciones musicales pero adecuada para voceo.

La construcción de la caja acústica, independientemente del aspecto estético, debe ser robusta y con sus partes rígidamente unidas, de lo contrario se tendrán vibraciones indeseables.

Para el cálculo de potencia se deben considerar varios aspectos interdependientes que son:

La Bocina propiamente dicha.  
El Baffle o Caja Acústica aplicada  
Nivel de Ruido Ambiente

En relación con la bocina propiamente dicha, la potencia indicada por el fabricante, es la potencia nominal, lo que significa potencia neta de consumo de la bocina, que se denomina "Potencia de Audio" cuya unidad es el audio-watt.

Como se comprenderá, no toda esta potencia se transformará en "Potencia Acústica" que es aquella potencia transmitida al aire a frecuencias audibles, ya que dependerá de la eficiencia de la bocina, que es del orden de 5 a 15%.

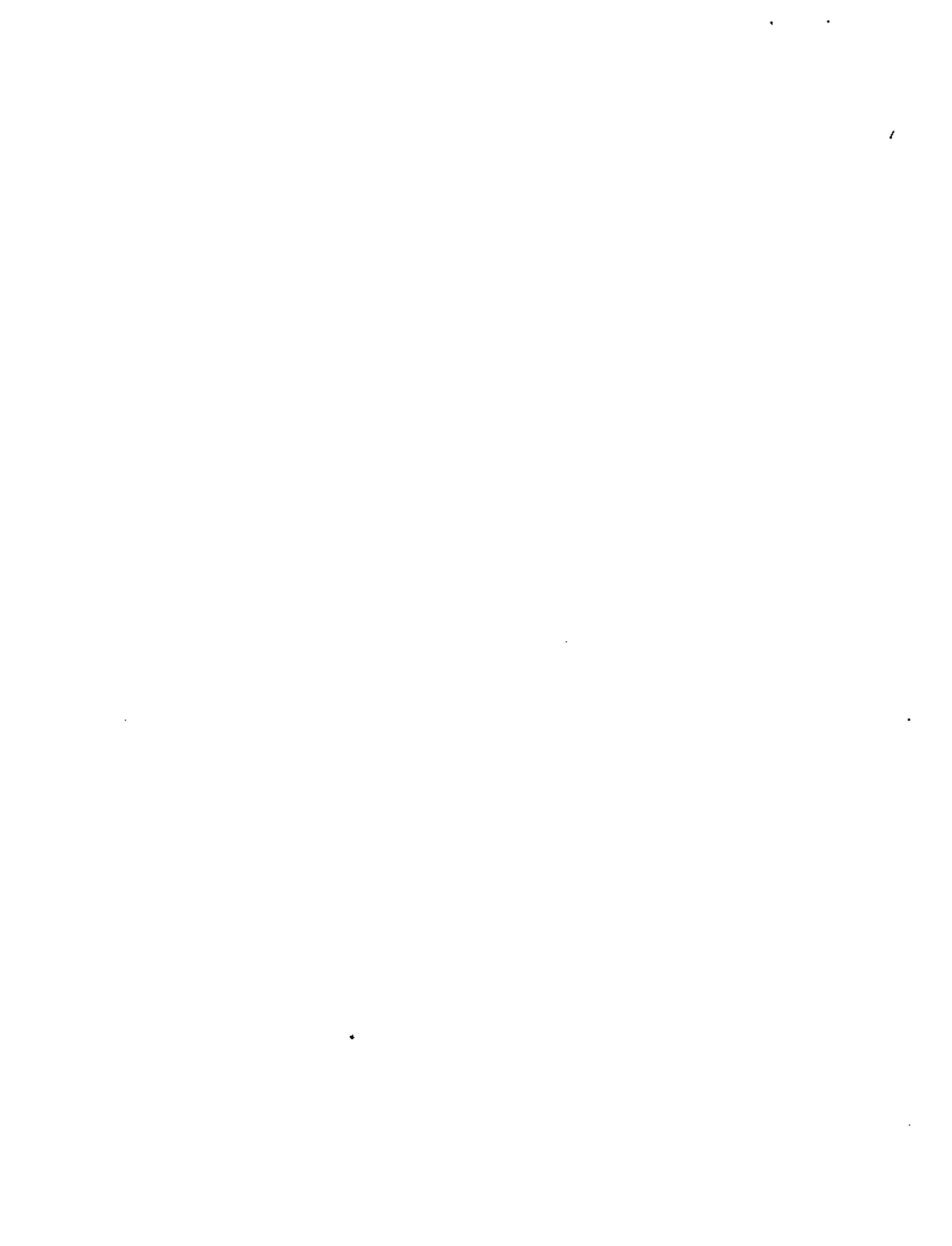
Adicionalmente se deberá tomar en cuenta la caja acústica, que como se mencionó anteriormente también acarrea pérdidas.

A partir de las consideraciones aquí hechas, y del nivel del ruido ambiente, se han preparado las siguientes fórmulas empíricas aplicables, para obtener Pt = "Potencia Nominal" en watts del total de bocinas necesarias.

Para Servicio Interior :

(Baffles convencionales o columnas sonoras).

$$Pt = \frac{KV}{100}$$



en que:

V = Volúmen del local en m<sup>3</sup>

K = Constante que vale :

5 para ruido ambiente bajo

8 para ruido ambiente medio

12 para ruido ambiente alto

Potencia por bocina:  $\frac{Pt}{\text{Núm. de bocinas}}$

La distancia entre bocinas para lograr la mejor distribución se obtiene aproximadamente como sigue:

$$D = 2.4 ( H - 1.5 )$$

en que : D = Separación entre bocinas en M

H = Altura del local en M.

Para servicio exterior :

Usando Trompetas Reentrantes se tiene:

Pt60 = 0.4 D . Trompeta con radiación a 60°

Pt30 = 0.2 D . Trompeta con radiación a 30°

en que :

D = Distancia en metros al oyente intermedio. (profundidad )

P = Potencia nominal de cada Trompeta en watts.

17



En cuanto al Núm. de trompetas a utilizar, se obtiene

$$N_{60} = \frac{F}{1.16 D} \quad \text{y} \quad N_{30} = \frac{F}{0.54 D}$$

en que:

F = Frente en metros que se pretende cubrir.

Cuando se usan trompetas, se debe considerar y muy especialmente cuando se aplican con radiación a  $30^\circ$ , que deben estar a cierta distancia del oyente más próximo, para evitar que este reciba demasiada intensidad, esto se resuelve elevando la trompeta sobre el nivel del auditorio, e inclinándola adecuadamente, con una tendencia a obtener una distancia uniforme con respecto a todo el auditorio. Esto es algo muy parecido a la forma en que se aplica un reflector de alumbrado.

La trompeta reentrante se debe usar cuando se trata de obtener gran penetración, o sea lograr alcances grandes.

También es aplicable con niveles altos de ruido ambiente a corta distancia.

Cuando se aplican columnas sonoras.

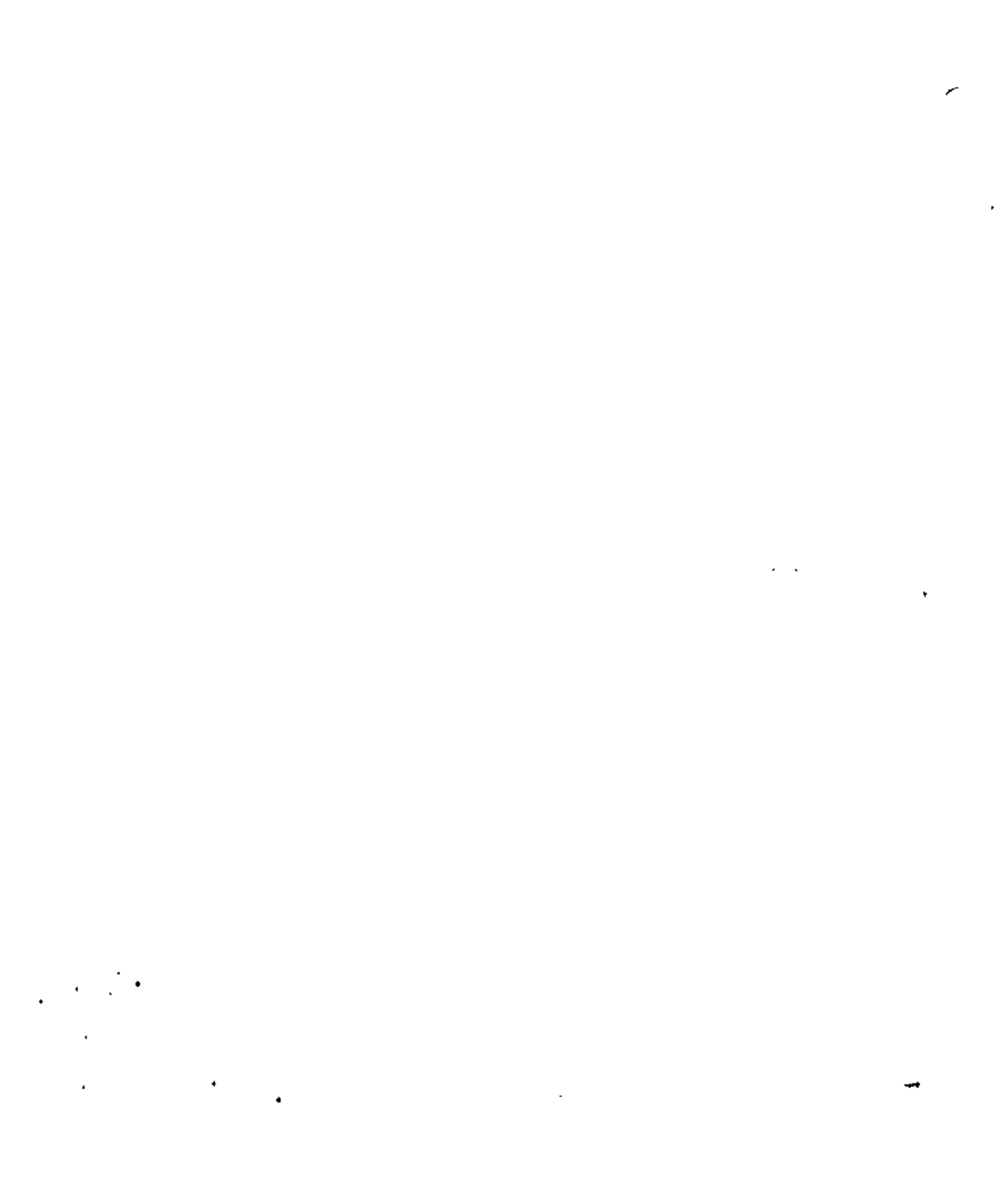
Se tiene que:

$$P_t = 0.8 D$$

y

$$N = \frac{F}{2 D}$$

El montaje de una columna, debe ser relativamente bajo y dirigido, ya que la radiación es aproximadamente de  $130^\circ$  en ángulo horizontal y  $40^\circ$  en ángulo vertical.



Adicionalmente, la columna no posee gran penetración, por lo que no se recomienda para cubrir distancias mayores de 30 m.

Al seleccionar una columna, se deben verificar ciertas condiciones como son:

- Las bocinas que la constituyen deben quedar lo más próximas posibles entre sí.
- Gabinete rígido que no vibre.
- Acabado adecuado para el uso, especialmente para intemperie, en que debe soportar lluvias, polvo, etc.

### Faseado de Bocinas:

Para aclarar este concepto, debemos considerar, que el sonido es una vibración que se transmite al medio ambiente y que como toda onda vibratoria tiene máximas y mínimas. Esto nos hace pensar en lo que sucedería si en un instante dado una bocina -emitiere un impulso positivo, en tanto que otra dentro del mismo local emitiere un impulso negativo. Obviamente se estarían contrarrestando y esto es totalmente indeseable, de aquí la necesidad de conectar todas las bocinas con idéntica polaridad. Esta operación se llama "Faseado de Bocinas".

En otras ocasiones es por el contrario, deseable que operen en oposición, como cuando se han instalado frente a frente.

### CONTROLES DE VOLUMEN Y SELECTORES

#### Controles de Volumen:

En muchas ocasiones, es necesario controlar el volumen de sonido por áreas o locales individuales, ya que las características entre ellos en cuanto a personal que los ocupa, acústica del local, etc., presentan un panorama demasiado heterogeneo para,





admitir un control de volúmen central. Esto se resuelve mediante la aplicación de controles de volúmen, que en esencia son potenciómetros que gobiernan la entrada de energía a la bocina.

La forma de aplicarlos puede ser variada, y en ocasiones se torna compleja, por lo que solamente mencionaré aplicaciones típicas.

El control puede instalarse:

- a) En la caja acústica misma con operación interna o externa en función de si el ajuste que se pretende, es eventual o continuo.
- b) En algún punto del local para que el usuario controle una o varias bocinas a voluntad.
- c) Varios en un tablero de control localizado estratégicamente, para desde ese punto controlar varias áreas públicas.

El control deberá ser capaz de manejar la potencia que demandarán las bocinas controladas. Esta potencia se especifica en watts, pero debe tomarse en cuenta que se refiere a watts continuos o sea valor RMS que es el caso del audio.

Normalmente es aceptable aplicar un potenciómetro, por ejemplo de 4 watts para el manejo de 4 bocinas de 5 watts sin problemas.

De ser de 1a. calidad, tipo de alambre, robusto y con una buena solución mecánica, ya que es un dispositivo de uso continuo y diario en muchos casos.



Resistencia Ohmica:

El valor debe seleccionarse a partir del número de controles en Paralelo conectados a un mismo amplificador, ya que significarán carga.

Este cálculo es de vital importancia, ya que de quedar corto el valor, habrá pérdidas enormes de energía endetrimento del - - amplificador y de la eficiencia del sistema y de quedar excedido en el valor, no se tendrá control sobre las bocinas.

En concreto, lo ideal será igualar al máximo la impedancia del circuito con la del amplificador que lo alimenta.

Para lograrlo es necesario efectuar un cálculo de circuitos en - paralelo a partir de la impedancia de salida del amplificador.

En sistemas a voltaje constante ( 70 volts ó 100 volts ) es aplicable la siguiente fórmula empírica:

$$R_p = \frac{N_p Z}{4}$$

En que:

- Rp = Resistencia del potenciómetro en ohms.
- Np = Número de potenciómetros.
- Z = Impedancia de salida del amplificador en - ohms . (varía entre 90 y 120 ohms ).

INSTALACIONES DE T.V. CIRCUITO CERRADO

Su di seño y construcción pueden ser de muy variable complejidad en función del servicio que se pretende deban prestar y de la dimensión del sistema.



Las aplicaciones usuales son: vigilancia, supervisión industrial, educación, publicidad, información etc.

Estos sistemas están constituidos básicamente de cámaras que generan las señales de video y las de audio que en ocasiones se incorporan, y de una unidad receptora ligados por un cable coaxial; de no más de 300 m. Si se pretendiera aumentar la distancia o bien incrementar los receptores o monitores, tendrían que usarse amplificadores para compensar las pérdidas en la señal.

Pueden tenerse sistemas complejos con varias cámaras y receptores, conmutación, audio y video combinados etc.; ser blanco y negro o color, y de muy diversas cualidades según el caso.

También es común tener accesorios especiales, como monitaje de control remoto en movimiento horizontal y vertical, rotario o de translación.

Todo lo anterior requiere una cuidadosa planeación por el especialista y de ella habrán de derivarse las preparaciones que deben dejarse en el edificio, canalizaciones, sistemas eléctricos de control, apoyos, tierras, protecciones, cabinas de control etc.

## SEÑALIZACION E INFORMACION

En una gran cantidad de instalaciones en edificios las instalaciones de señalización son de importancia, por ejemplo:

Tiendas de Departamentos: Requieren llamadas audio visuales para personal ejecutivo o administrativo cuya ubicación física no es permanente dentro del edificio.

Aeropuertos: Requieren el mismo servicio citado, más los sistemas de información al público como son los tableros de vuelos.



Instalaciones Deportivas: Emplean los sistemas citados, más otros para control de eventos; como es el cronometraje.

Como se ha dicho, el oportuno conocimiento de las necesidades y la coordinación cuidadosa con los responsables de estas especialidades, es la única forma de asegurar instalaciones o preparaciones adecuadas que permitan la fácil instalación de cableados y equipos y su conservación.

No es posible entrar en el detalle de estas instalaciones, pero basta con decir que todas se desarrollan bajo principios más o menos comunes y que utilizan al igual canalizaciones que se rigen con normas parecidas a las ya citadas y utilizan conductores cuyas características se encuentran en los catálogos de cables para telecomunicaciones, para electrónica y para fuerza, con lo que es posible dimensionar las canalizaciones.

Por otra parte, los principios de operación de estos sistemas deben ser conocidos por el instalador a efecto de que este en capacidad de interpretar apropiadamente los proyectos del especialista y auxiliarlo en la solución física del sistema, es decir en definir trayectorias, localización de registros y controles, tomando en cuenta los posibles problemas de interferencia o incompatibilidad con los otros sistemas que integran el edificio o conjunto.

### ALARMAS ( Instalaciones de Seguridad )

La función de una alarma, sea contra robo o incendio u otra, es dar aviso de una anomalía y eventualmente poner en servicio dispositivos o sistemas que la supriman.

Para lograrlo, existen un sinúmero de elementos detectores de esa anomalía o falta, los que debidamente seleccionados y localizados e interconectados envían señales a uno o más tableros receptores, en los que dicha señal se interpreta y activa señales audibles y visuales para informar del hecho al personal a





cargo, y también como se dijo; para activar los sistemas restrictores. Estos sistemas también pueden actuar sobre centrales externas al edificio.

Los dispositivos se enlazan a través de conductores convencionales o especiales, debidamente protegidos por canalizaciones que siempre son independientes de otros sistemas, y la construcción del sistema debe otorgarle gran confiabilidad, tanta que inclusive las fuentes de alimentación son especialmente seleccionadas y a veces duplicadas y con sistemas de apoyo en emergencia.

Los dispositivos detectores más usuales son:

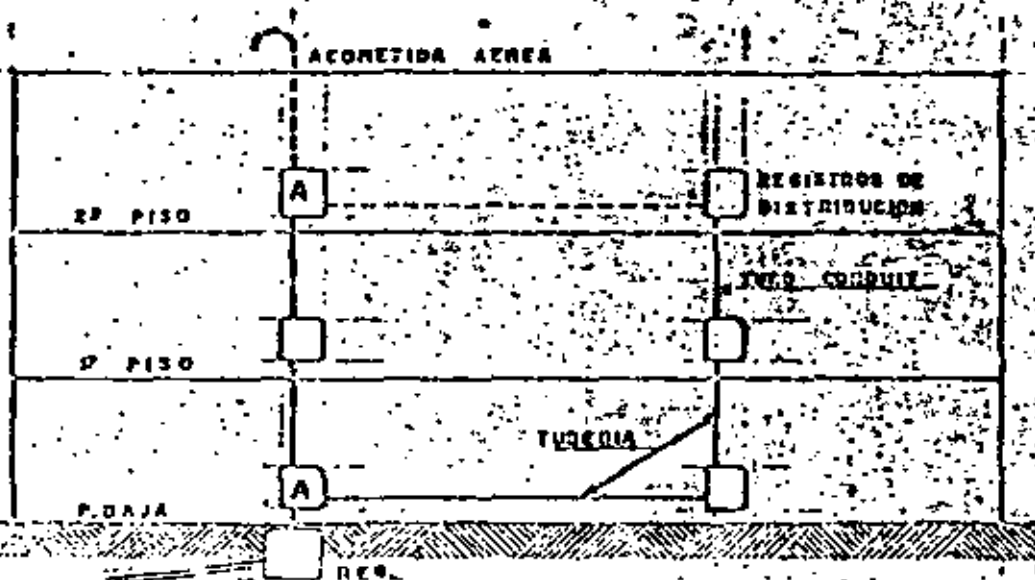
#### Contra Robo:

- Electromecánicos con Interruptores que se instalan en - - puertas, ventanas, cercas etc.
- Fotoeléctricos que operan al interrumpirse en haz luminoso, simple o complejo, en luz visible o infrarroja, o bien por alteración de un campo luminoso.
- Ultrasónicos, que operan bajo el principio de que una onda sónica permanente, se altera cuando un objeto se mueve dentro de su campo. ( 30 khz ).
- De Microondas que operan bajo un principio similar, con la única diferencia de que no se apoya en la presión causada por la onda sónica, sino en la deformación de la microonda ( 10,000 mhz ) por efecto Doppler.
- De Proximidad que detectan a una persona u objeto por la variación del campo capacitivo.
- y las alarmas manuales.

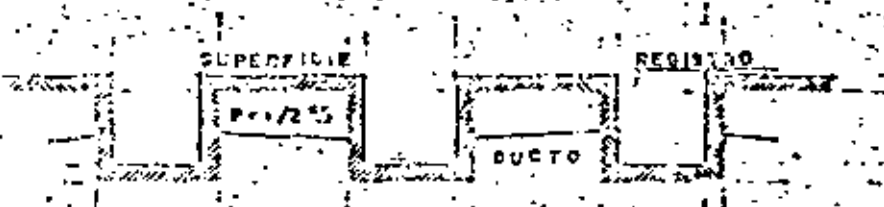
#### Contra Incendio:

- Manuales: Por operador
- Térmicos, que perciben variaciones de temperatura.
- Por Ionización, que perciben los productos de la combustión.





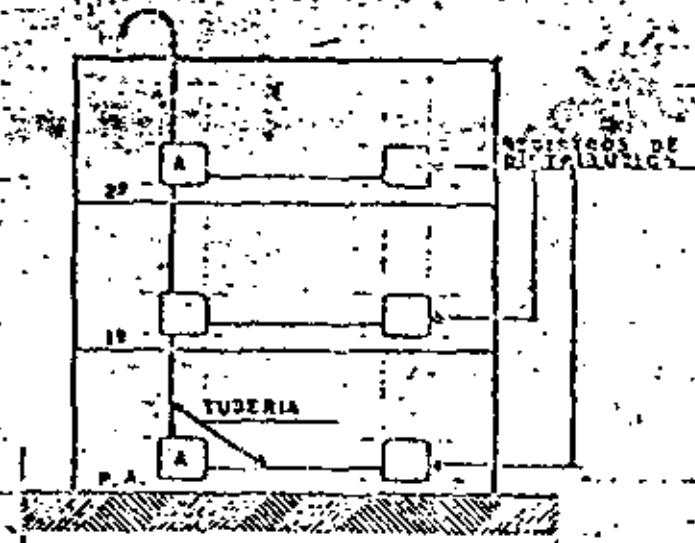
DUCTO PARA EFICAZ DE ACONETIDA SUBTERRANEA (FIG. 107-2)



DISPOSICION CORRECTA DE LA PENDIENTE EN DUCTOS (FIG. 107-3)

CANALIZACIONES VERTICALES

RF. EL PARES DIAMETRO DE TUBERIA	
19-30	25 MIL
40-50	32 "
70-100	39 "
125-150	50 "
200-300	75 "



(FIG. 107-3)

107-1, 107-2, 107-3

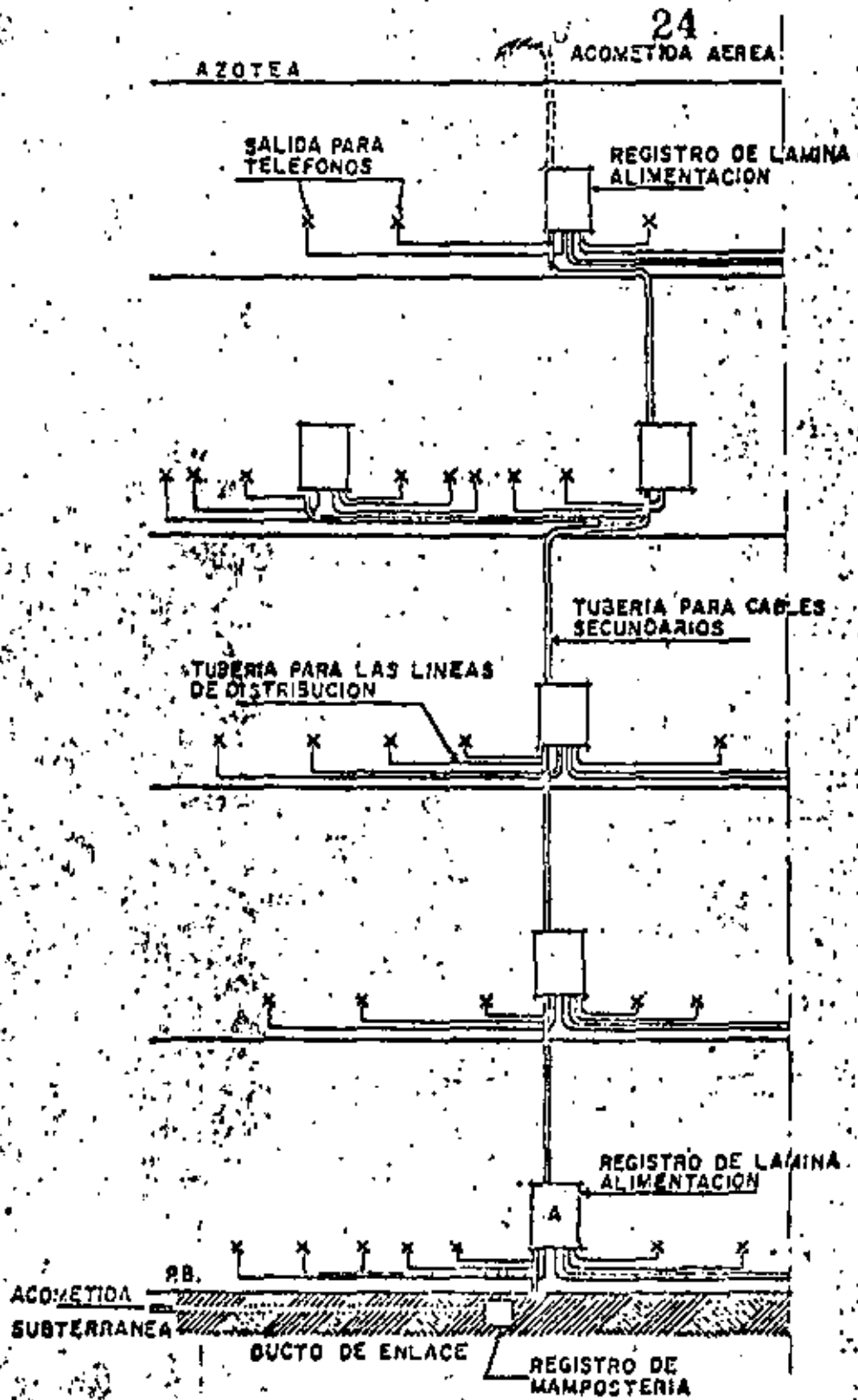
9-1



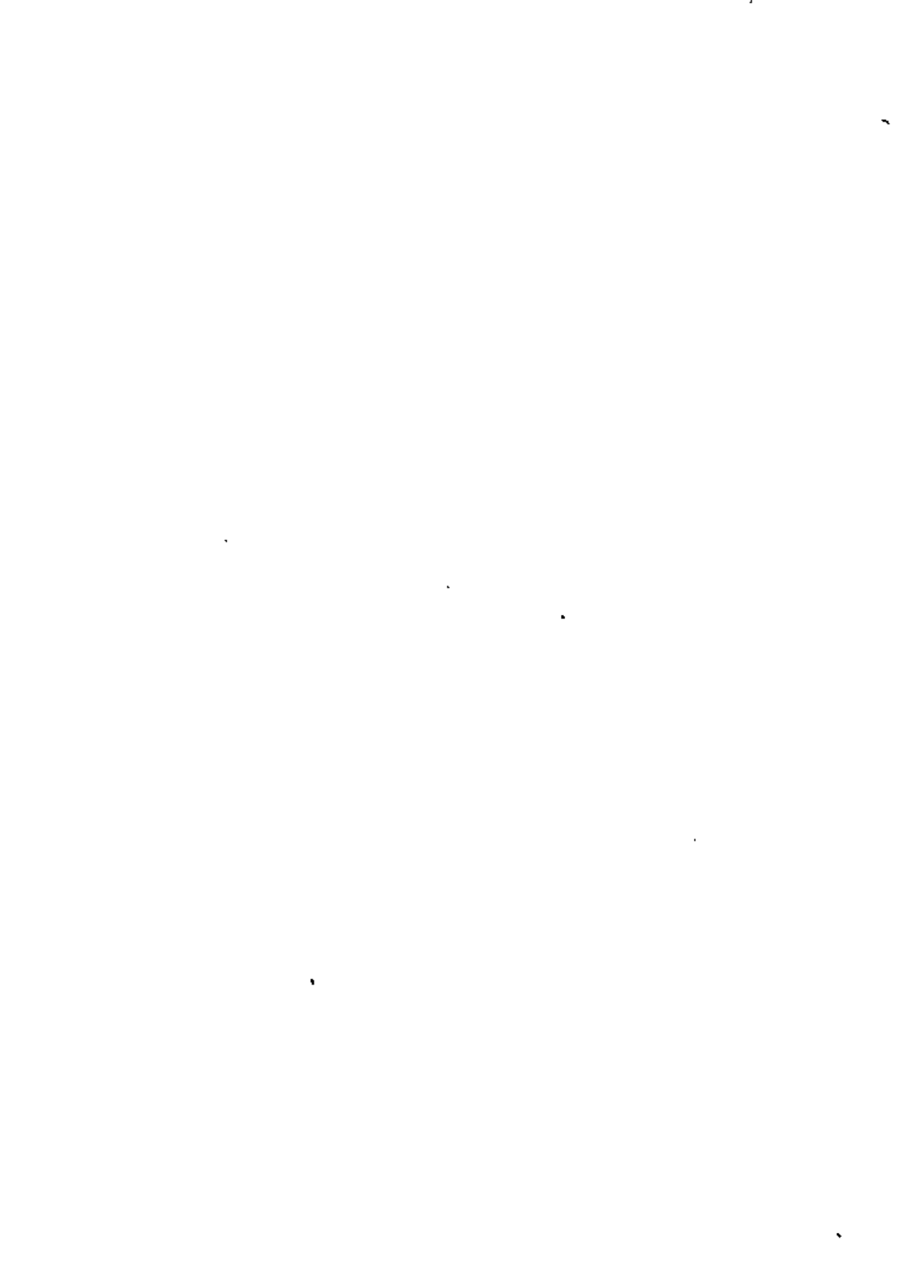
Y LOS SISTEMAS PARA CABLES SECUNDARIOS DIFERENTES FORMAS DE INSTALACION

4-2

197-5

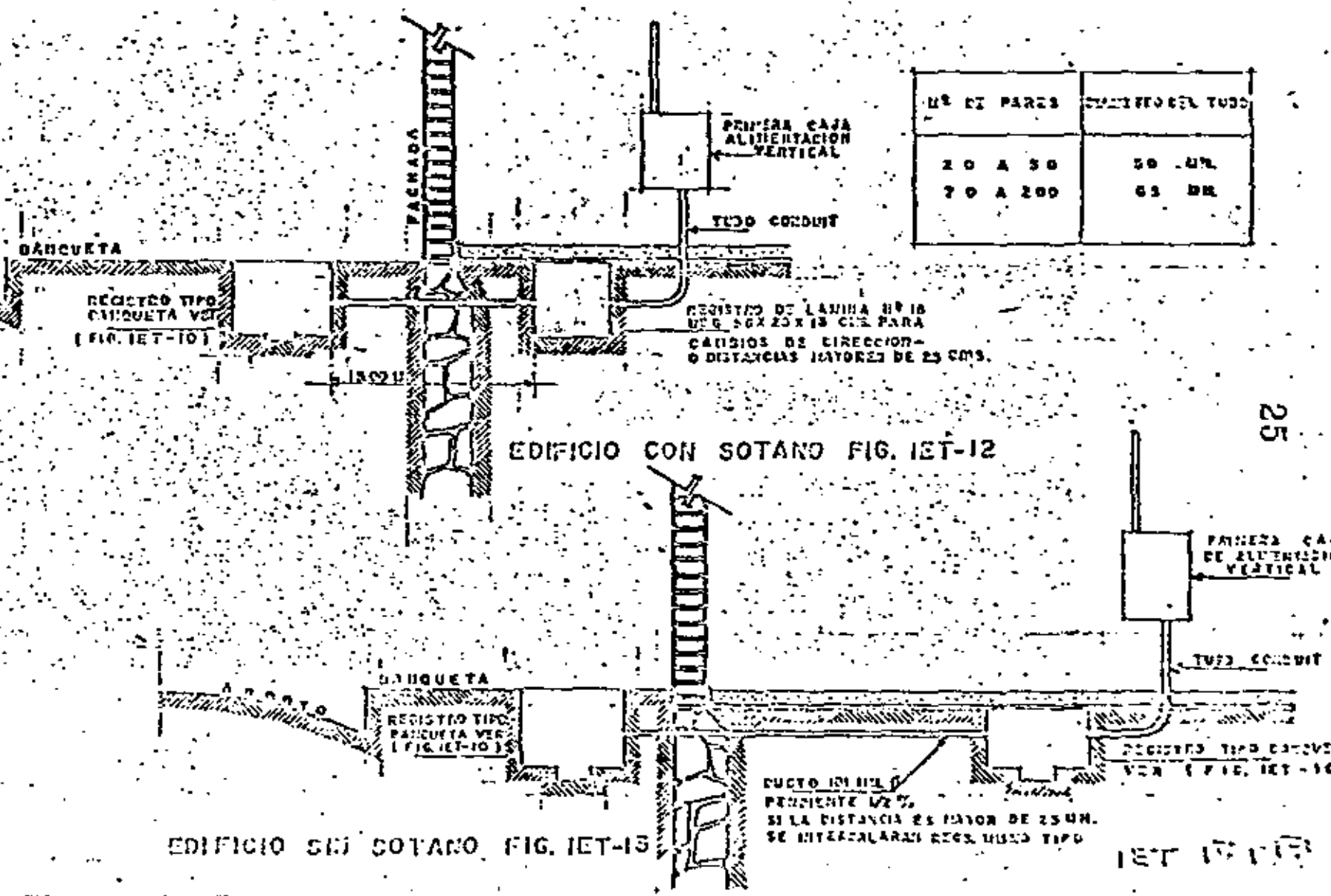


(FIG. 1EY-6)



25

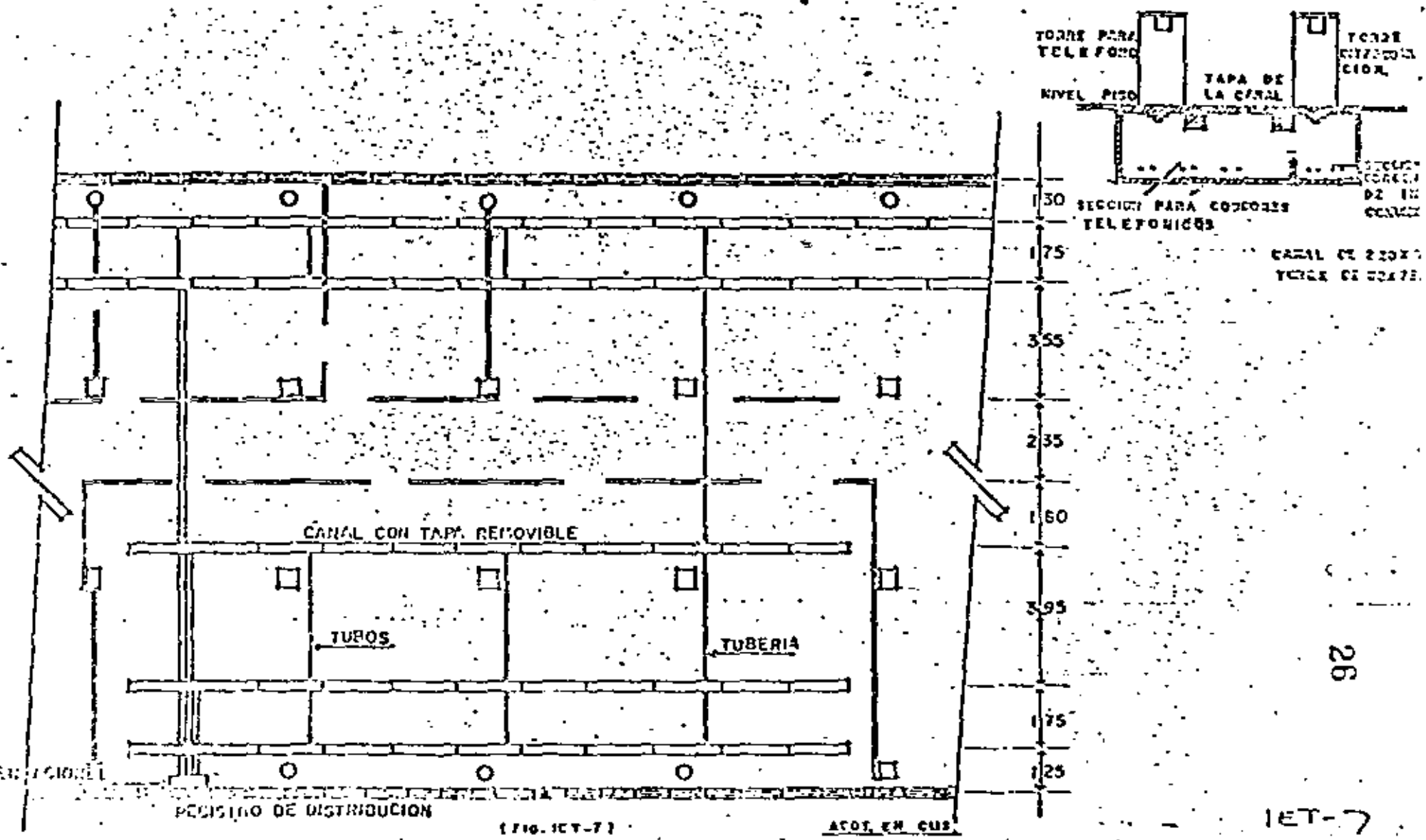
25



DETALLE DE ACOMETIDA TELEFONICA



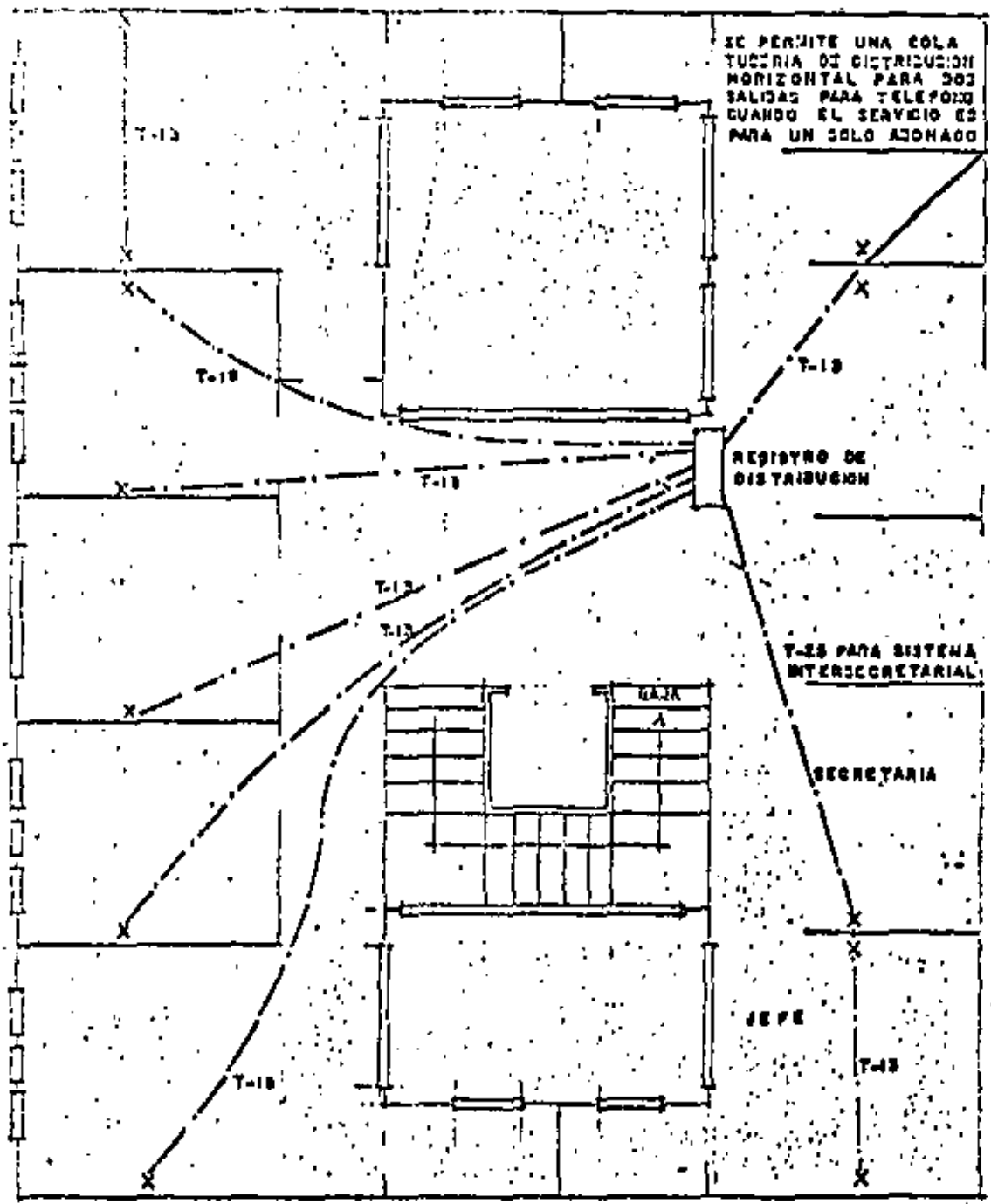




SISTEMAS DE CABLES PARA DISTRIBUCION HORIZONTAL **G-4**



NORMA PARA LINEAS DE DISTRIBUCION HORIZONTAL EN UNA SOLA PLANTA 4-5



(FIG. 1CT-B)

**CANALIZACIONES HORIZONTALES**

Nº DE LINEAS	DIAMETRO DE TUBO
1 - 2	12 MM.
3 - 6	18 "
7 - 8	20 "
9 - 10	22 "

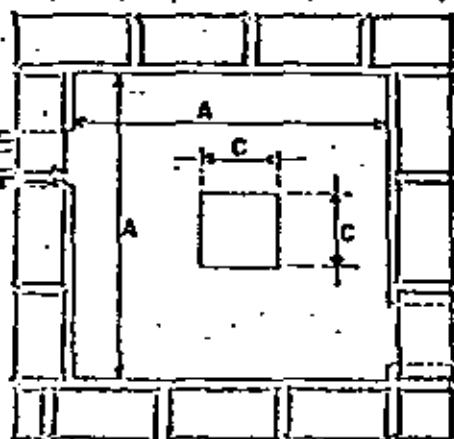
1CT. S

.

.

.

.



PLANTA

REGISTRO	A	B	C	D	SÍMBOLO
CHICO	600	600	200	130	☒ 1
GRANDE	800	800	200	150	☒ 2

\* LA PROFUNDIDAD "D" PUEDE SER MAYOR ESTENDIENDO DE LA PENDIENTE DEL DUCTO DE ALIMENTACION

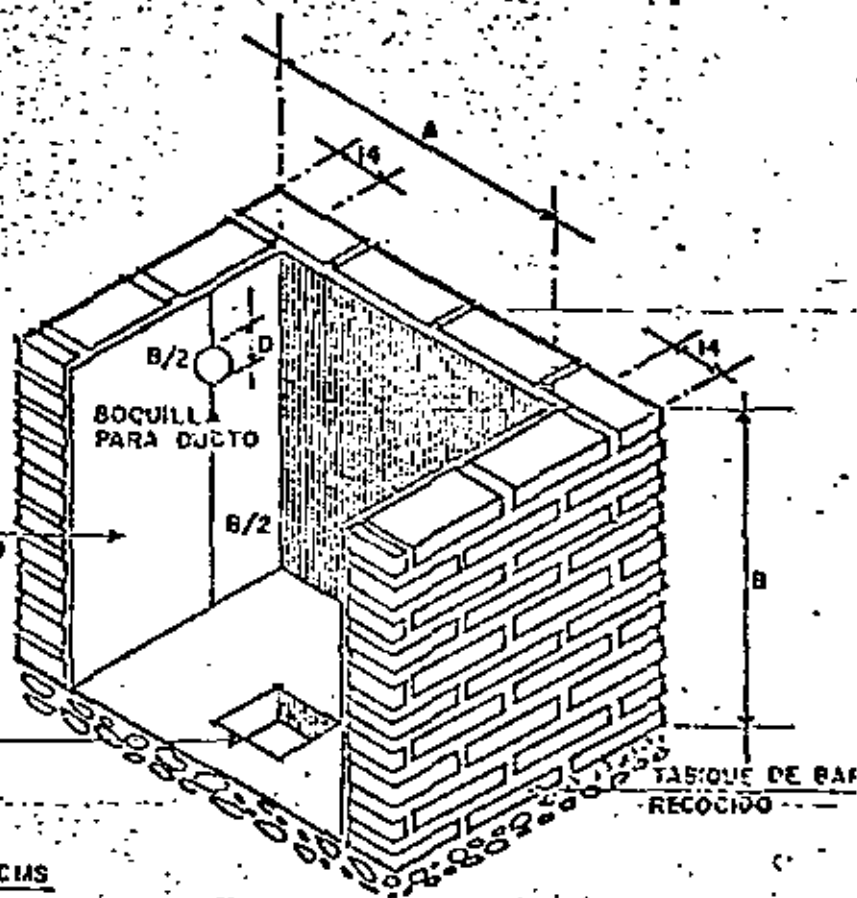
EL REGISTRO GRANDE ES PARA ACOMETIDA DE 200 PARES

APLANADO DE CEMENTO

DUCTO PARA CABLE ACOMETIDA AL EDIFICIO

CARCANO 10x10x15 cm

ACOT. EN CMS



ISOMETRICO

USAR LAS TAPAS INDICADAS EN FIG. IET-11

NOTA.- SE CONSTRUIRA A UNA DISTANCIA DE 30 CMS. DEL PARAMENTO EXTERIOR DE LA CONSTRUCCION.



29

Tubería de 19 cm. de diámetro

13 cm.

25 cm.

38 cm.



Tubería hacia arriba o hacia abajo.  
La tubería se deberá indicar si es por  
piso losa ó muro y de que material.

Ducto de P.V. amagado en concreto.



Registro de tabique de (x) dimensiones  
con pozo de absorción al fondo.



Pozo de visita de concreto armado de (x)  
dimensiones.



Registro de lámina galvanizada No. 16  
SG. de 23 x 23 x 13 cm. con fondo de madera  
1.5 cm.



Registro de lámina galvanizada No. 16  
SG. de 56 x 23 x 13 cm. con fondo de  
madera 1.5 cm.



Registro de lámina galvanizada No. 16  
SG. 56 x 56 x 13 cm. con fondo de madera  
1.5 cm.



Registro de lámina galvanizada No. 16  
SG. de 70 x 56 x 22 cm. con fondo de  
madera 1.5 cm. (100 pares).



Registro de lámina galvanizada No. 16  
SG. 100 x 70 x 22 cm. con fondo de ma-  
dera 1.5 cm. (400 pares)



Registro de lámina galvanizada No. 16  
SG. 150 x 70 x 22 cm. con fondo de ma-  
dera 1.5 cm. (600 pares)



Registro de lámina galvanizada No. 16  
SG. de 80 x 70 x 22 cm. con fondo de  
madera 1.5 cm. (300 pares)



Salida para teléfono directo en muro  
piso.





TE<sub>mop</sub>

Salida para teléfono extensión de conmutador en piso o muro.

TS<sub>mop</sub>

Salida para teléfono directo secretarial piloto en piso o muro.

TS<sub>mop</sub>

Salida para teléfono directo secretarial superlativo en piso o muro.

TE<sub>mop</sub>

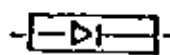
Salida para teléfono de extensión en piso o muro.

TP<sub>m</sub>

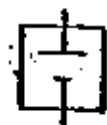
Salida para teléfono público en muro.

T.C.A.

Computador automático telefónico tipo (x) y (y) extensiones.



Rectificador de corriente.



Banco de baterías.



FIG. 19 - CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS GRUPOS

(EN TABLAS XVI, XVII, XVIII Y XIX)

LETRA DE LOS PARES EN EL GRUPO	NÚMERO DEL GRUPO	COLORES DE LOS HILOS QUE IDENTIFICAN AL GRUPO
1	10	AZUL
11	20	AMARILLO
21	30	ROJO
31	40	VERDE
41	50	NARANJA
51	60	BLANCO - AZUL
61	70	BLANCO - AMARILLO
71	80	BLANCO - ROJO
81	90	BLANCO - VERDE
91	100	BLANCO - NARANJA
101	110	NEGRO - AZUL
111	120	NEGRO - AMARILLO
121	130	NEGRO - ROJO
131	140	NEGRO - VERDE
141	150	NEGRO - NARANJA
151	160	GRIS - AZUL
161	170	GRIS - AMARILLO
171	180	GRIS - ROJO
181	190	GRIS - VERDE
191	200	GRIS - NARANJA
201	210	MORADO - AZUL
211	220	MORADO - AMARILLO
221	230	MORADO - ROJO
231	240	MORADO - VERDE
241	250	MORADO - NARANJA
251	260	MARRÓN - AZUL
261	270	MARRÓN - AMARILLO
271	280	MARRÓN - ROJO
281	290	MARRÓN - VERDE
291	300	MARRÓN - NARANJA








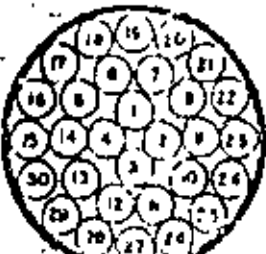
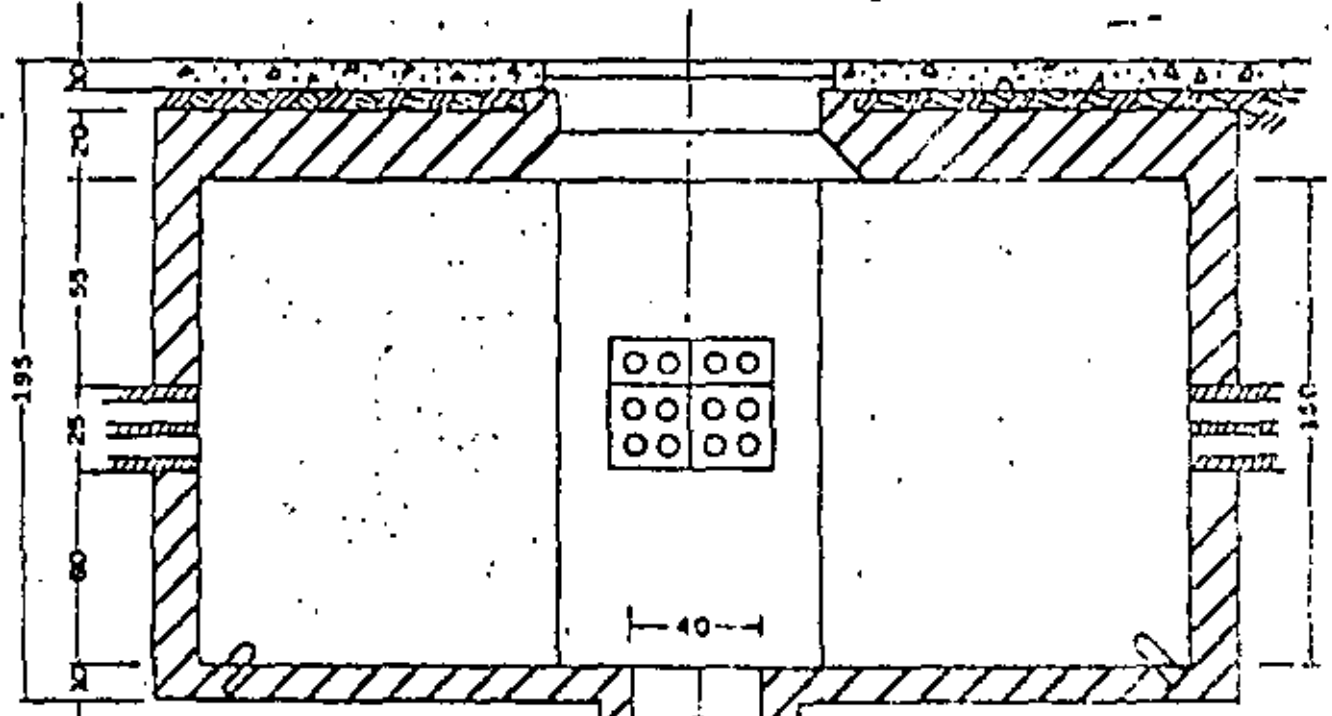
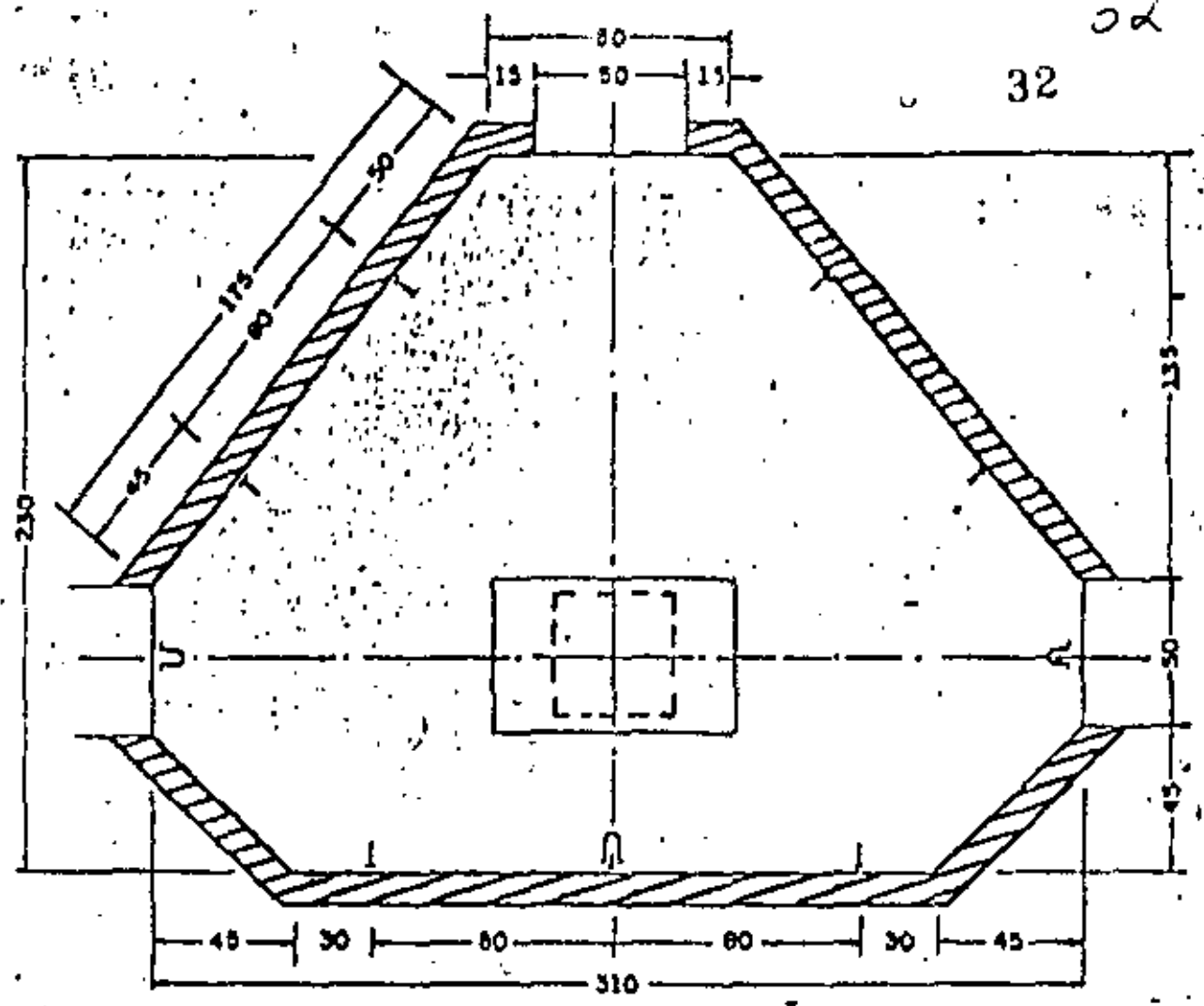
 20 PARES 2 GRUPOS DE 10	 30 PARES 3 GRUPOS DE 10
 50 PARES 5 GRUPOS DE 10	 70 PARES 7 GRUPOS DE 10
 100 PARES 10 GRUPOS DE 10	 150 PARES 15 GRUPOS DE 10
 200 PARES 20 GRUPOS DE 10	 300 PARES 30 GRUPOS DE 10

FIG. 20 - CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS PARES

PAR	COLORES DEL AISLAMIENTO QUE IDENTIFICAN AL PAR DENTRO DEL GRUPO
1	BLANCO - AZUL
2	BLANCO - AMARILLO
3	BLANCO - ROJO
4	BLANCO - VERDE
5	BLANCO - NARANJA
6	NEGRO - AZUL
7	NEGRO - AMARILLO
8	NEGRO - ROJO
9	NEGRO - VERDE
10	NEGRO - NARANJA







MEZCLA 1:3:3  
 Armar como aliger  
 Dóveda 10x10 cm. con varilla 1.27 cm.  
 Paredes 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.  
 Piso 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.

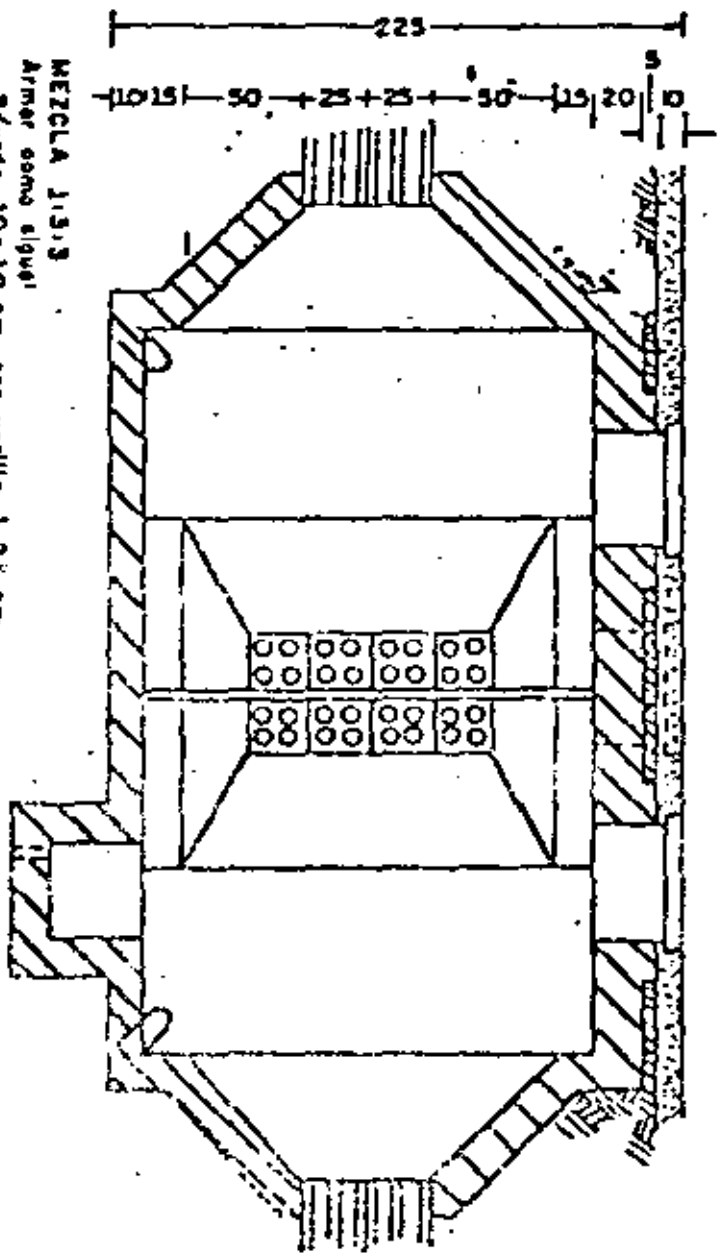
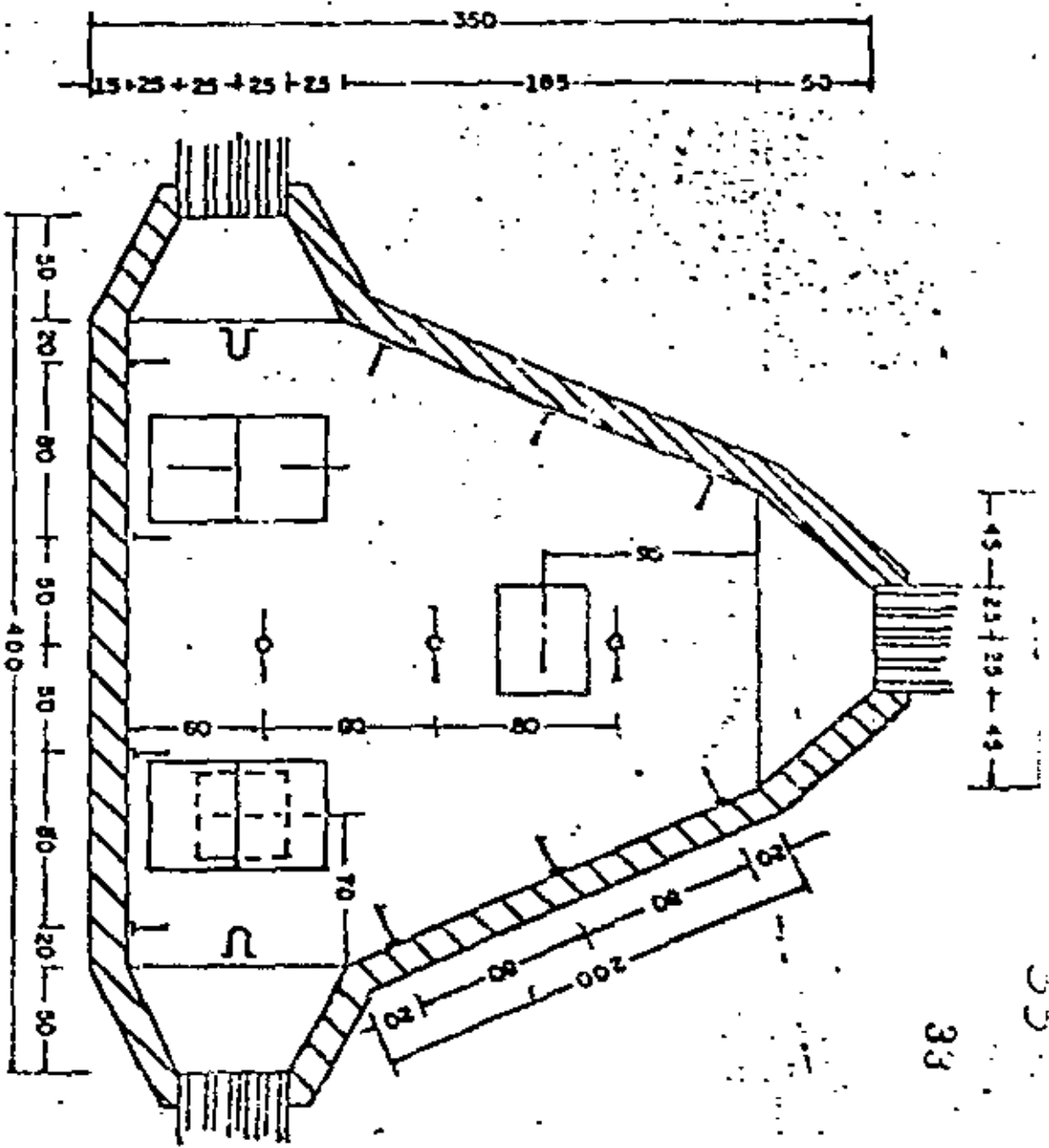
8 SIMBOLOS  
 LU Eslobón  
 IU Bastidor

Acotaciones en centímetros

FIG. 13

G-11





MEZCLA 1:3:3  
 Armer como sigue:  
 Bóveda 10x10 cm. con varilla 1.27 cm.  
 Pared 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.  
 Pise 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.  
 1 en cada metro.

G-17

SIMBOLIZ  
 E Elebda  
 con BASTIDAS







centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

A N E X O S

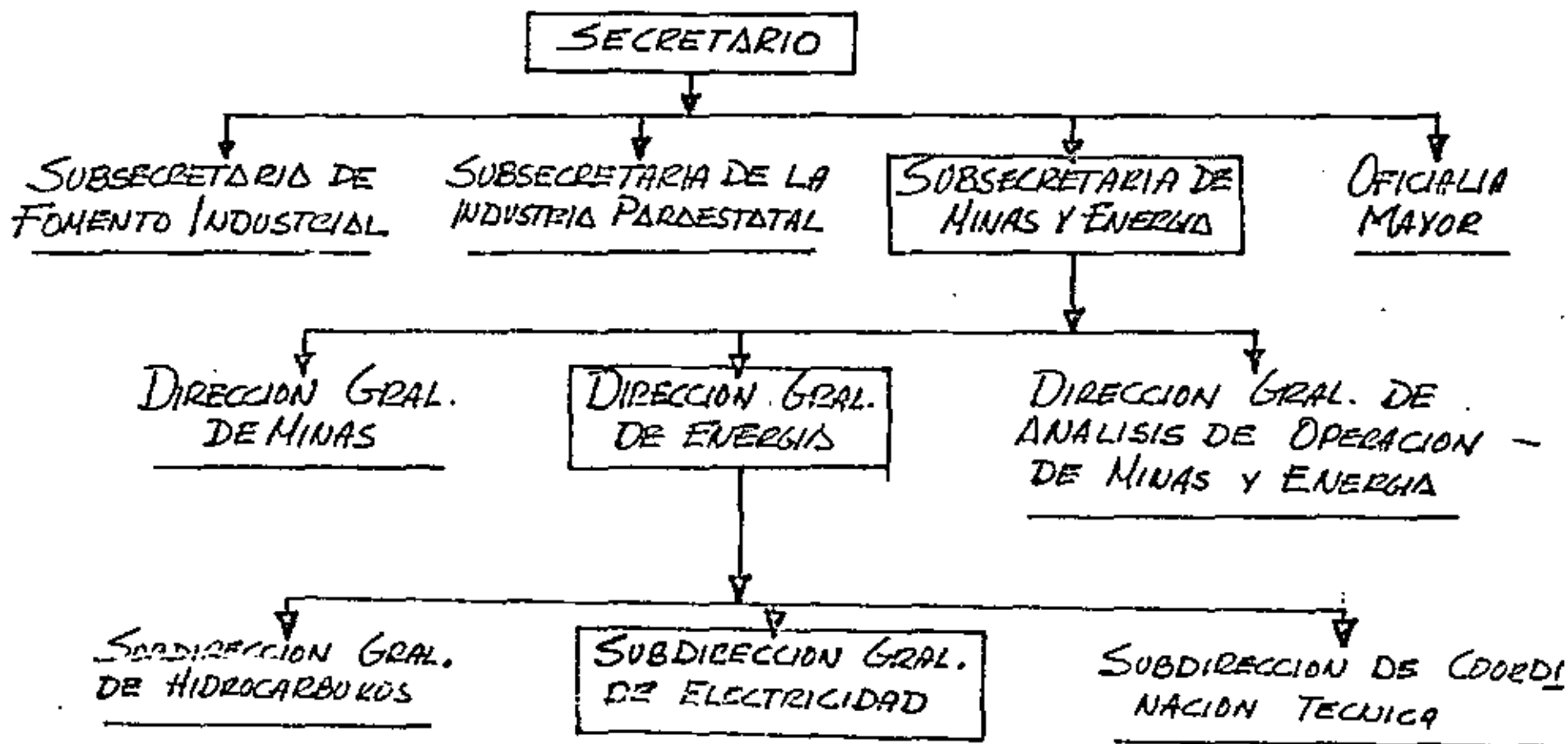
ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS

OCTUBRE, 1980

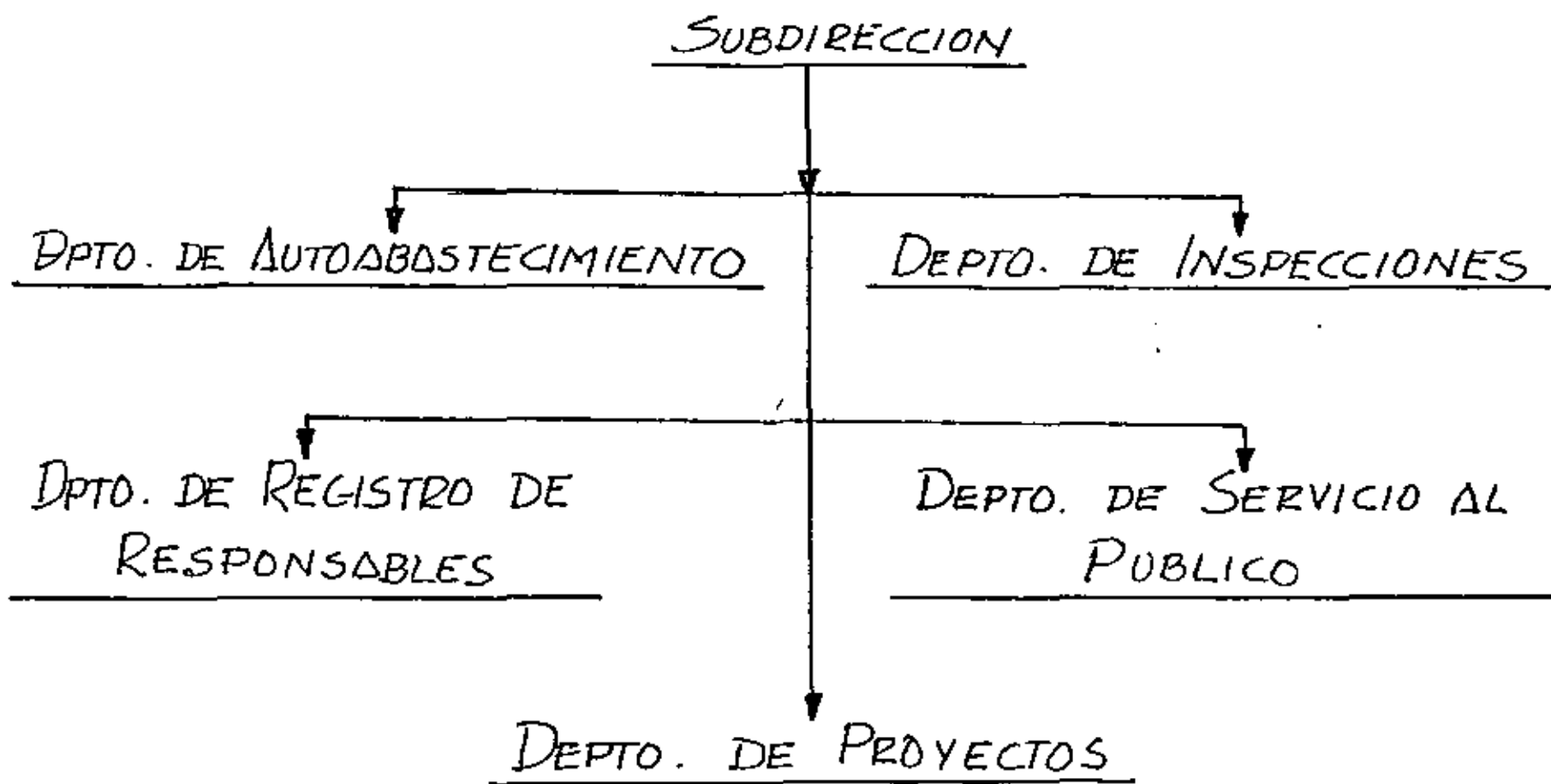


# SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL

— ORGANIGRAMA —



SUBDIRECCION GRAL. DE ELECTRICIDAD  
ORGANIGRAMA



# EL PROYECTO<sup>3</sup> ELECTRICO

- ▮ IMPORTANCIA
- ▮ DISCUSION DE CRITERIOS
- ▮ ANALISIS Y ESTUDIO DE CARGAS
- ▮ CALCULOS
  - ILUMINACION
  - ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS
  - TABLEROS Y PROTECCIONES
  - SISTEMAS DE TIERRAS
  - CAPACIDADES INTERRUPTIVAS
- ▮ PLANOS
- ▮ ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS, Y DE CONSTRUCCION.
- ▮ INTERVENCION DEL RESPONSABLE DE PROYECTO

# IMPORTANCIA DE LA <sup>4</sup>REGLAMENTACION

- REGULA ACTIVIDADES ELECTRICAS
- EVITA ANARQUIA EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS
- EVITA UN MAL DISEÑO QUE PUEDE PROVOCAR:
  - PELIGRO DE INCENDIO POR SOBRECALENTAMIENTO Y CORTO CIRCUITO.
  - PELIGRO DE ELECTROCUCION O CONMOCION ELECTRICA.
  - DAÑOS IRREPARABLES O FALLECIMIENTO DE PERSONAS.
  - BAJO RENDIMIENTO DE EQUIPOS POR EXCESO DE CAIDA DE TENSION Y AUMENTO DEL COSTO ANUAL POR PERDIDAS DE ENERGIA.
  - AUMENTO DEL COSTO INICIAL POR RECORRIDO EXCESIVO DE CONDUCTORES Y MAL APROVECHAMIENTO DE CANALIZACIONES.

LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA  
ELECTRICA

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION 22-DIC-1975

ART. 28.- PROYECTO ELECTRICO PREVIO A LA  
EJECUCION DE LAS OBRAS ELECTRICAS

REGLAMENTO DE LA LEY DE LA INDUSTRIA  
ELECTRICA

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION 4-OCT-1945

CAPITULO XI:- DE LAS OBRAS E INSTALACIONES ELEC-  
TRICAS

ARTS. 93 AL 97 , 101 y 102

CAPITULO XVIII:- INSPECCION Y VIGILANCIA

CAPITULO XIX:- DE LAS PERSONAS CAPACITADAS  
PARA PROYECTAR Y EJECUTAR  
OBRAS E INST, ELEC.

REGLAMENTO DE OBRAS E  
INSTALACIONES ELECTRICAS  
DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION

31-MARZO-1950

CONSTA DE 10 CAPITULOS Y 76 ARTICULOS

I Y II - DISPOSICIONES Y DEFINICIONES

III AL VII - SISTEMAS DE UTILIZACION

VIII Y IX - LINEAS AEREAS Y SUBTERRANEAS

X - PLANTAS GENERADORAS Y  
SUBESTACIONES



# ACTUALIZACION DEL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS

DIRECCION GENERAL DE NORMAS - SEPAFIN

FUENTES - R.O.I.E. NEC. COVENIN Y OTROS  
CODIGOS

ASOCIACIONES Y COLEGIOS PROFESIONALES

ORGANISMOS FEDERALES

CAMARAS, ETC.

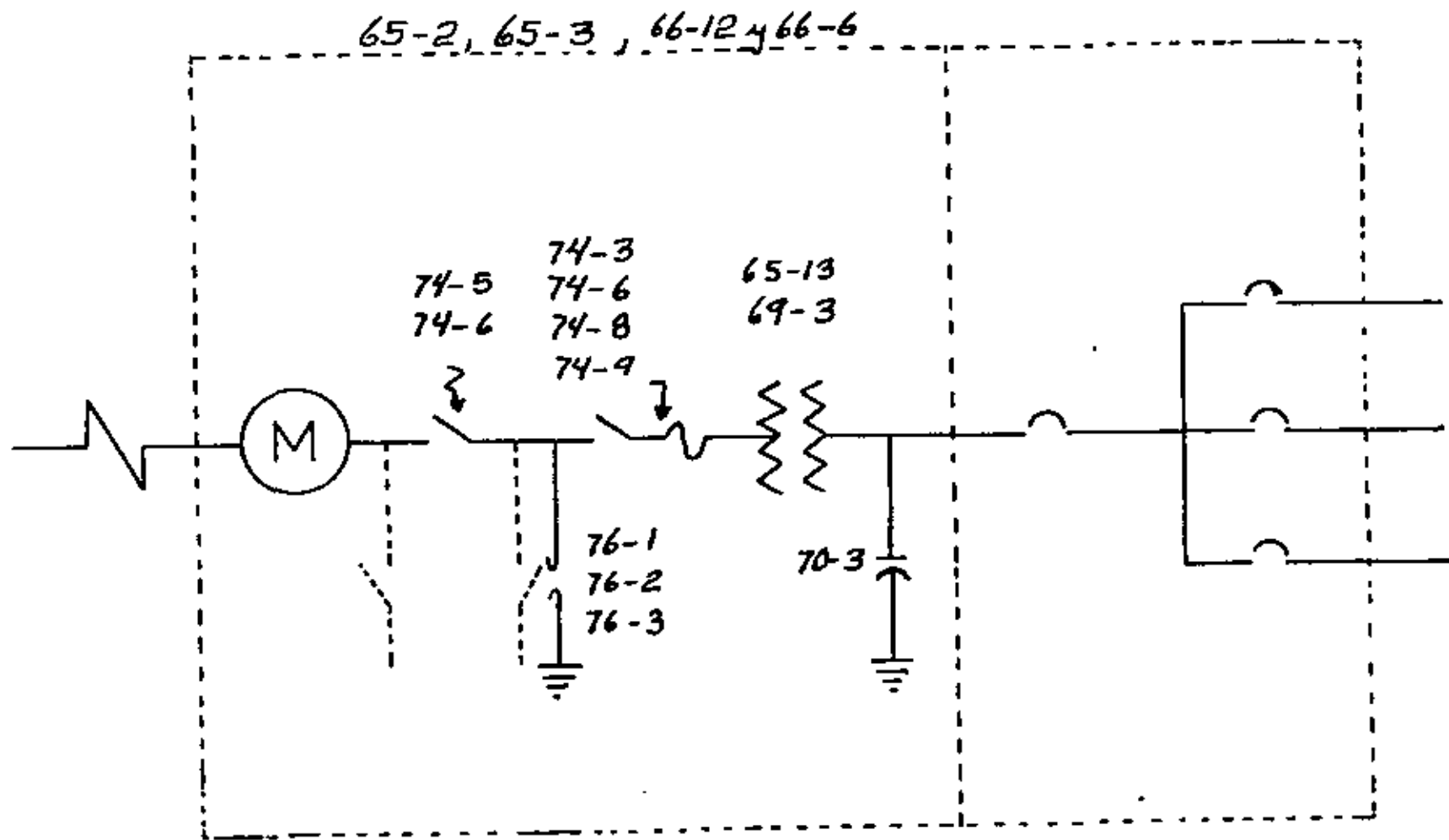
SE INCLUYEN NUEVOS TEMAS :

- ALBERCAS
- TUBO POLIETILENO Y DE PVC
- PROTECCION CONTRA FALLA A TIERRA
- PARARRAYOS

SE PRECISAN CONCEPTOS :

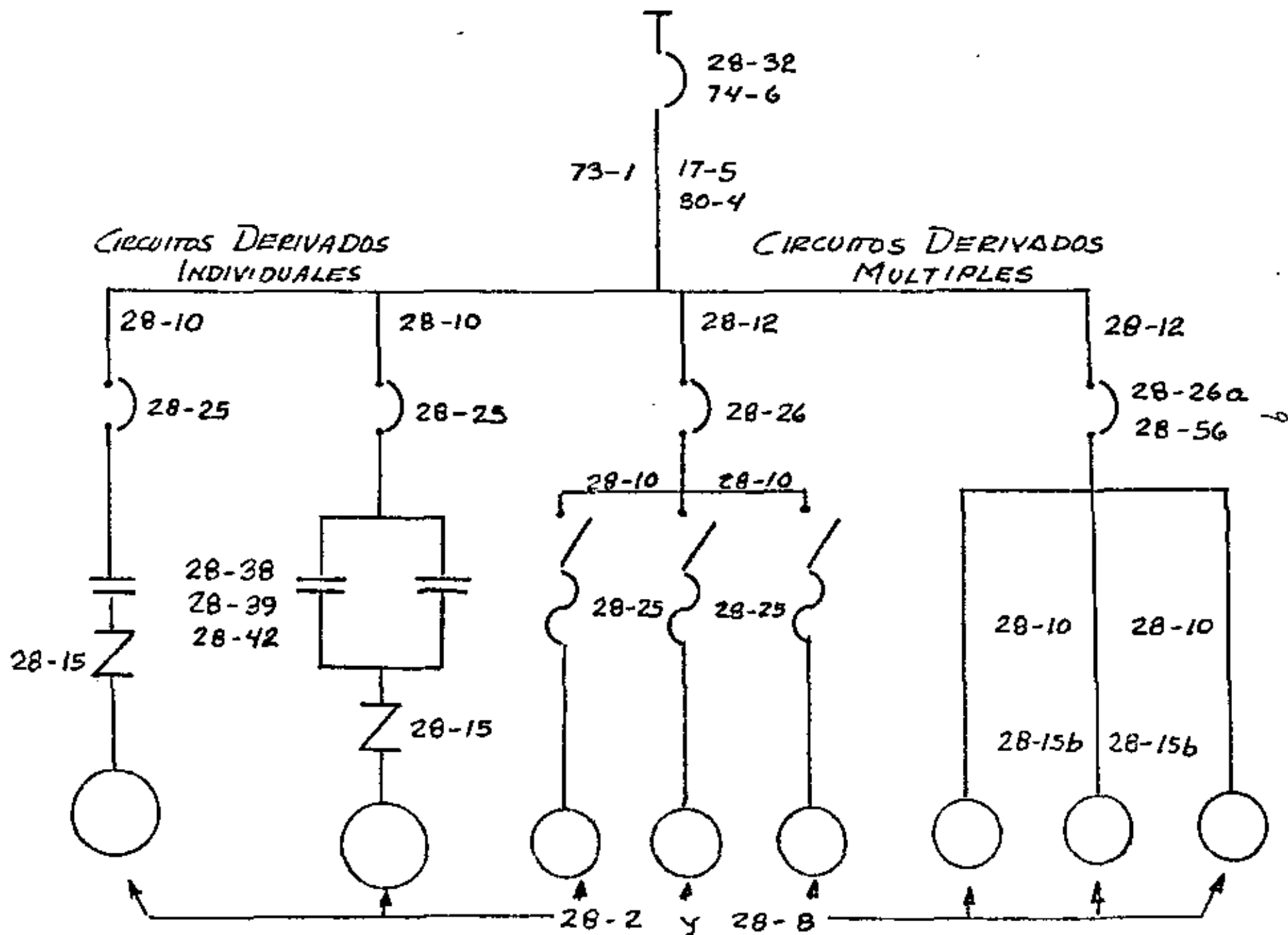
- PROTECCIONES CONTRA SOBRE CORRIENTE
- SISTEMAS DE TIERRAS
- SUBESTACIONES Y PLANTAS GENERADORAS

SUBESTACIONES ELECTRICAS ARTICULOS INVOLUCRADOS



# SISTEMA DE FUERZA (MOTORES)

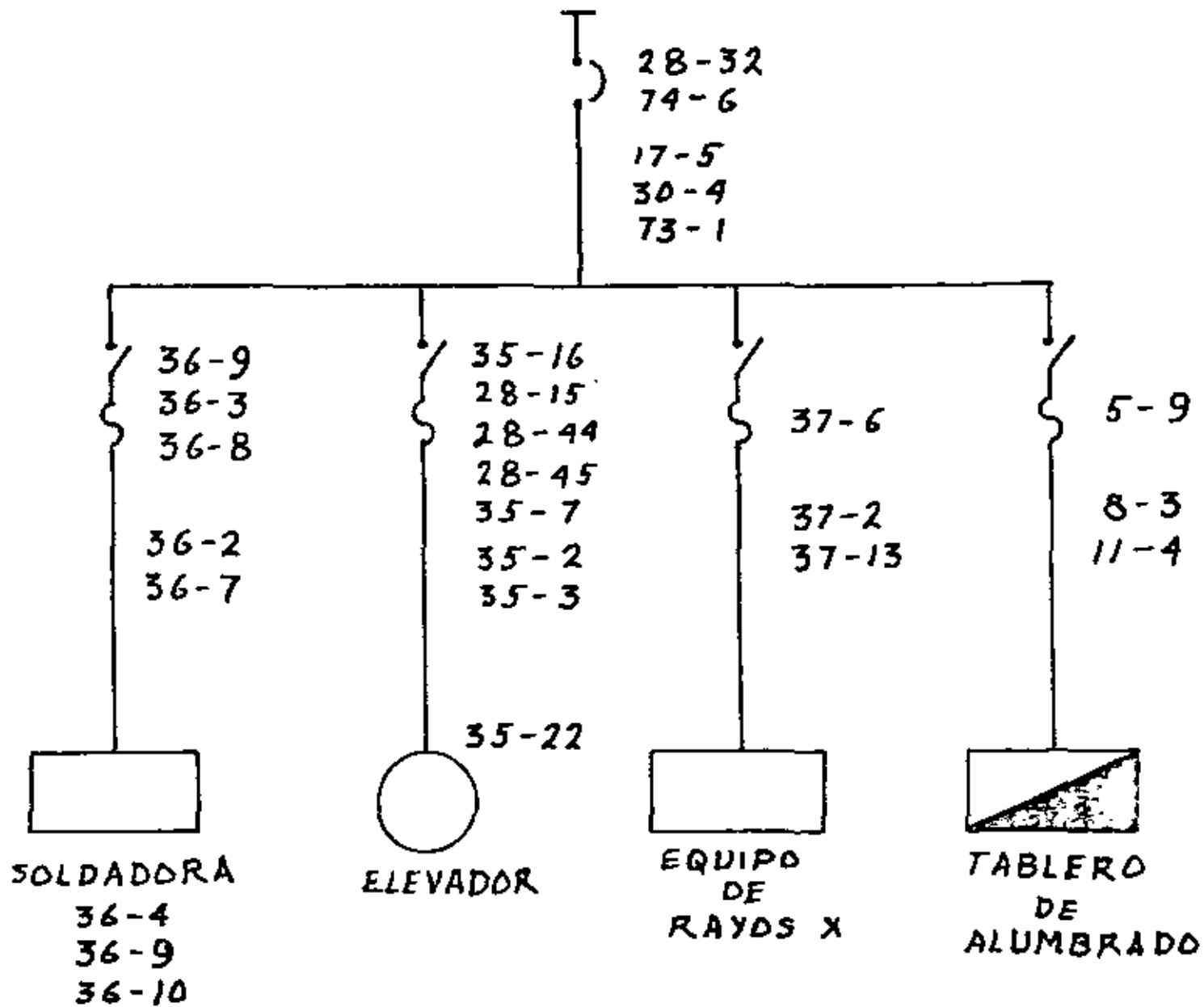
## ARTICULOS INVOLUCRADOS



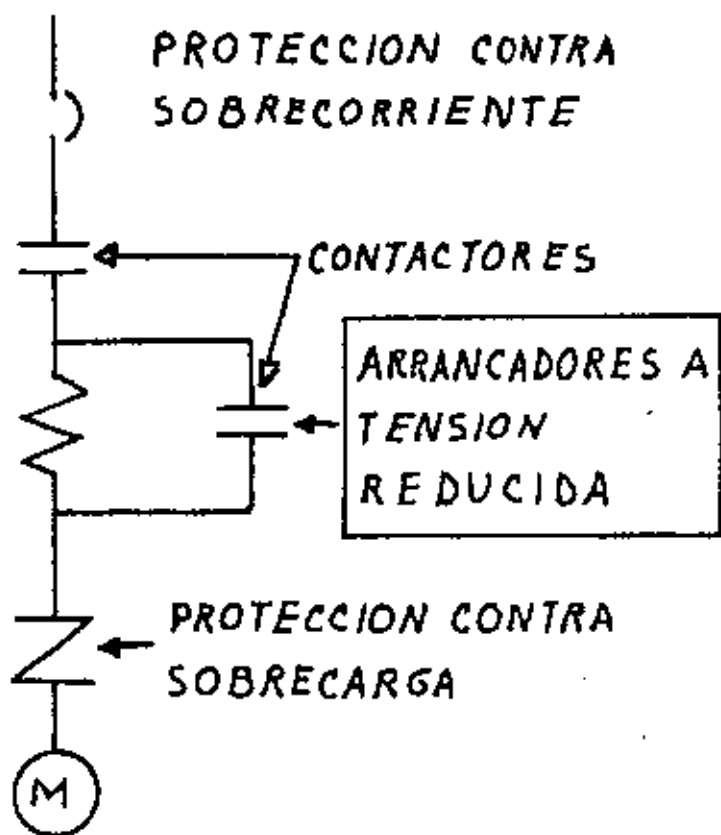
# SISTEMA DE FUERZA

## MAQUINAS, APARATOS Y ALUMBRADO

### ARTICULOS INVOLUCRADOS



ARTICULOS 28-38 , 28-39, Y 28-43  
DEL R.O.I.E.



METODOS:  
POR RESISTENCIAS  
POR REACTANCIAS  
DE AUTOTRASFORMADOR  
ESTRELLA - DELTA  
DEVANADO PARTIDO

12 H.P.

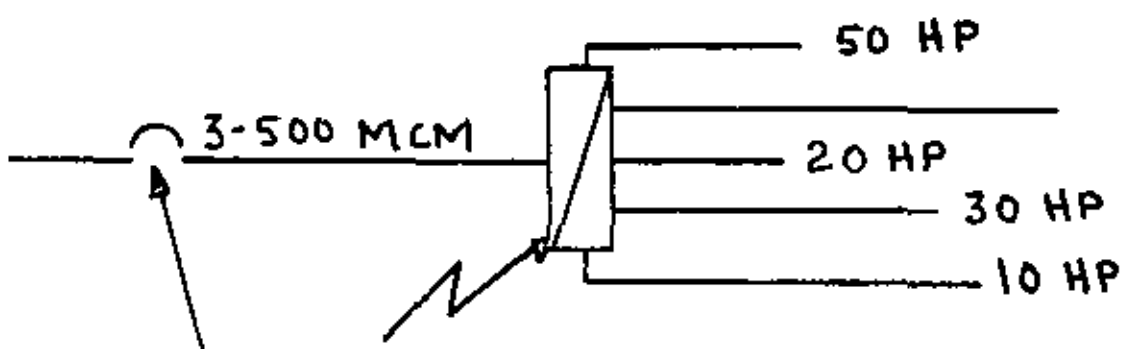
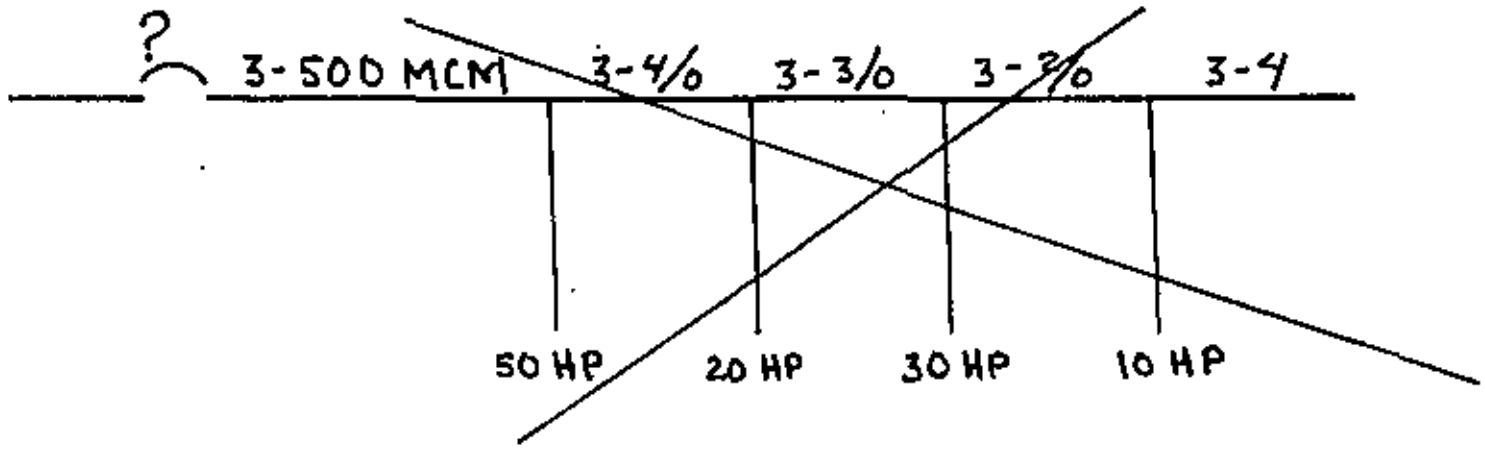
MOTORES MAYORES PUEDEN CONECTARSE A TENSION COMPLETA DEPENDIENDO DE:

- EFECTOS SECUNDARIOS EN LA INSTALACION
- CARGA Y CORRIENTE DEL MOTOR EN EL ARRANQUE
- TRANSTORNOS Y MOLESTIAS EN OTROS SERVICIOS
- CAPACIDAD DEL SISTEMA DE ALIMENTACION

# FALLAS MAS FRECUENTES EN LOS PROYECTOS ELECTRICOS

## CONDUCTOR ALIM. DE CIRC. DERIVADOS

ARTS. 28-12 , 28-32 Y 28-33 DEL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS.



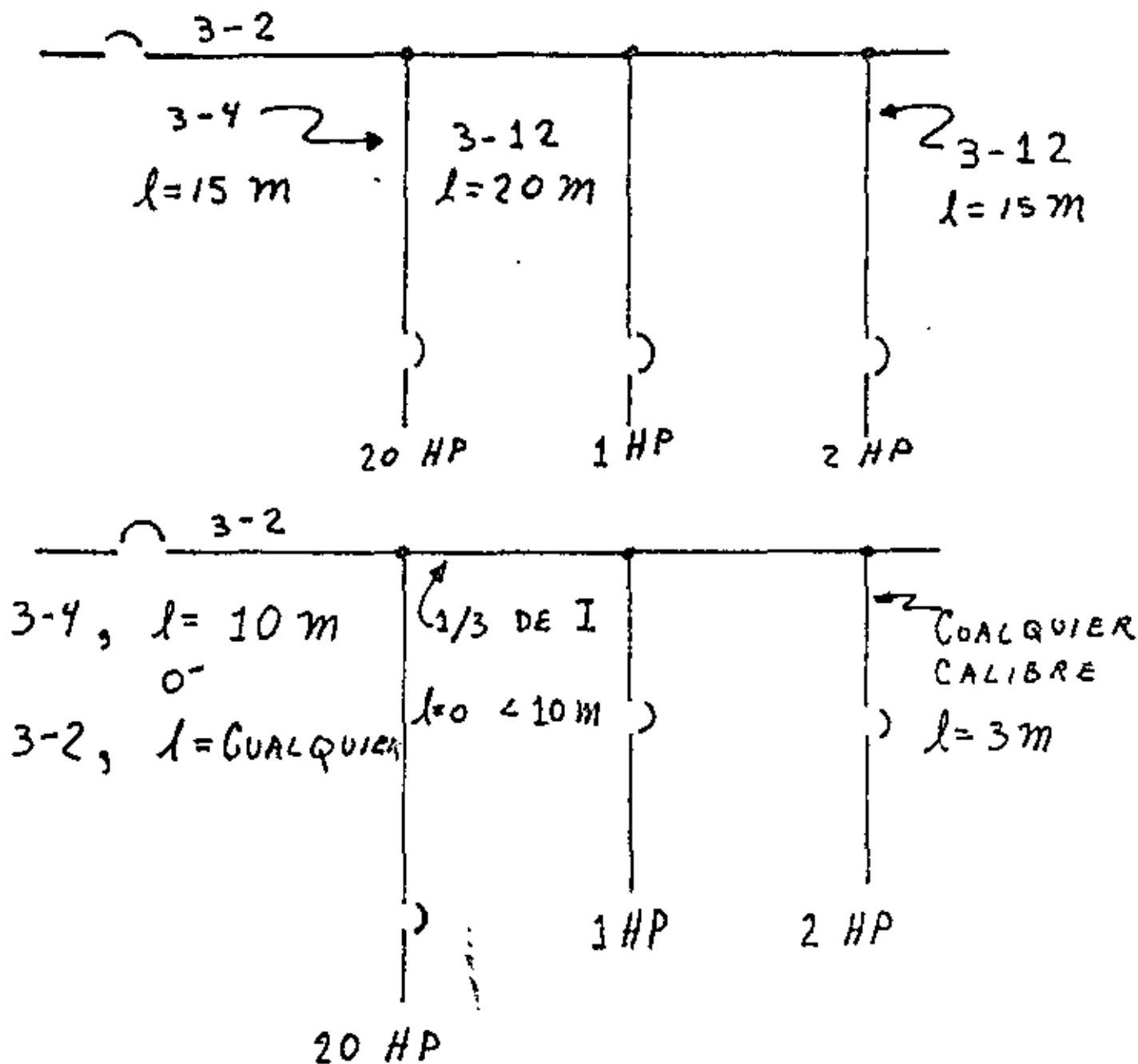
CENTRO DE CONTROL DE MOT.

CAP. DEL INT. > DEL GRUPO +  $\sum I_{p.c.}$  DEL RESTO DE LOS MOTORES.

# FALLAS MAS FRECUENTES EN LOS PROYECTOS ELECTRICOS

DERIVACIONES DE UN ALIMENTADOR DE CIRCUITOS DERIVADOS

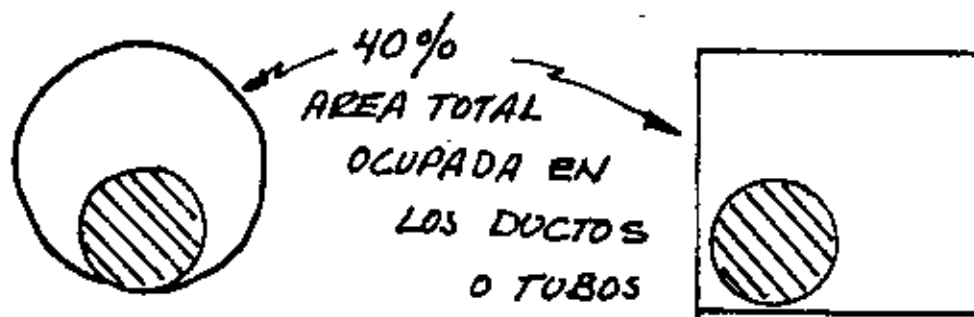
ARTICULO 28-30 REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS



# FALLAS MAS FRECUENTES EN LOS PROYECTOS ELECTRICOS

☐ NO SE CONSIDERAN FACTORES DE RELLENO Y AGRUPAMIENTO EN TUBERIAS.

ARTICULOS 11-40 ; 17-5 Y 20-3 DEL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS



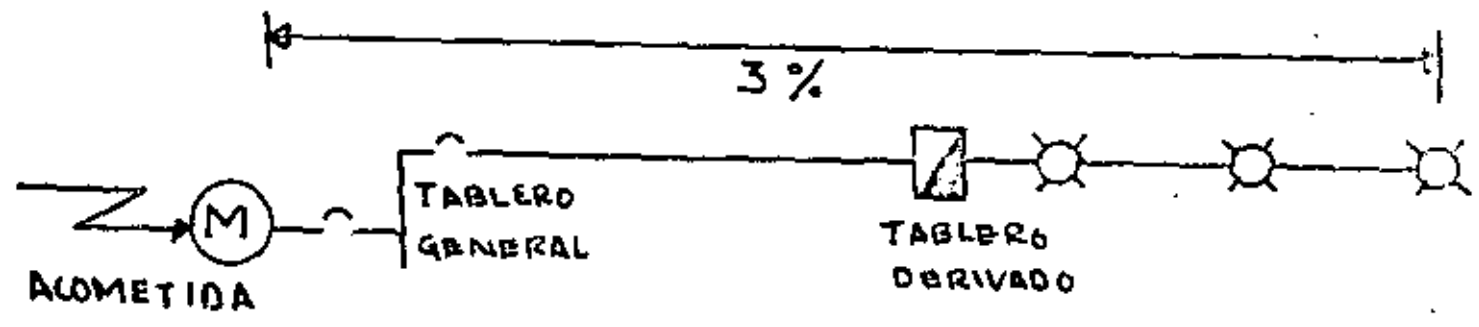
LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE SE REDUCE AL:

80%	—	4 A 7 CONDUCTORES
70%	—	9 a 12            "
60%	—	13 A 25           "
50%	—	26 EN ADELANTE



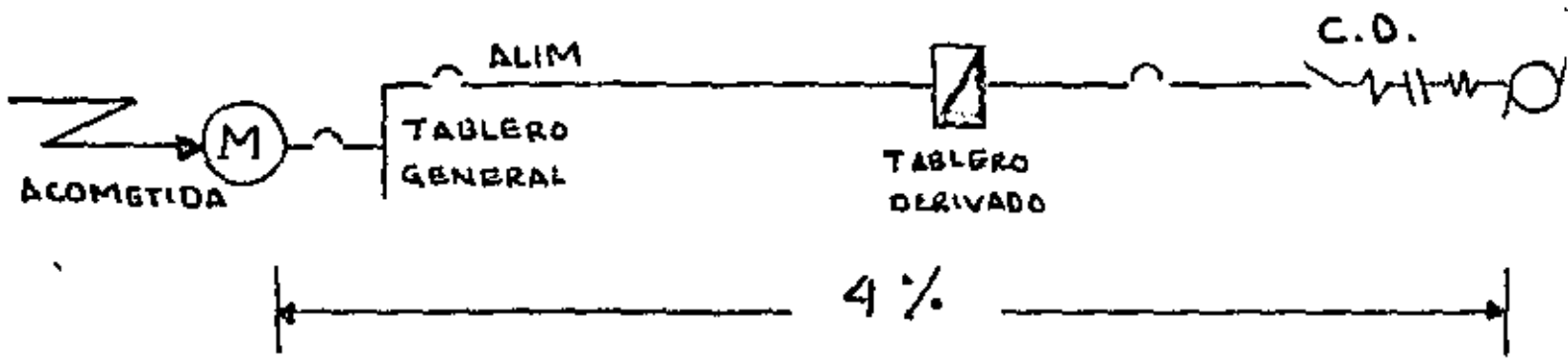
FALLAS MAS FRECUENTES EN LOS PROYECTOS ELECTRICOS  
CAIDA DE TENSION - ART. 6-2 DEL REGLAMENTO  
DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS

SISTEMAS DE ALUMBRADO



SIST. 125 VOLTS - 3% = 3.75 V.  
 ✓ 220 - - = 6.6 V.

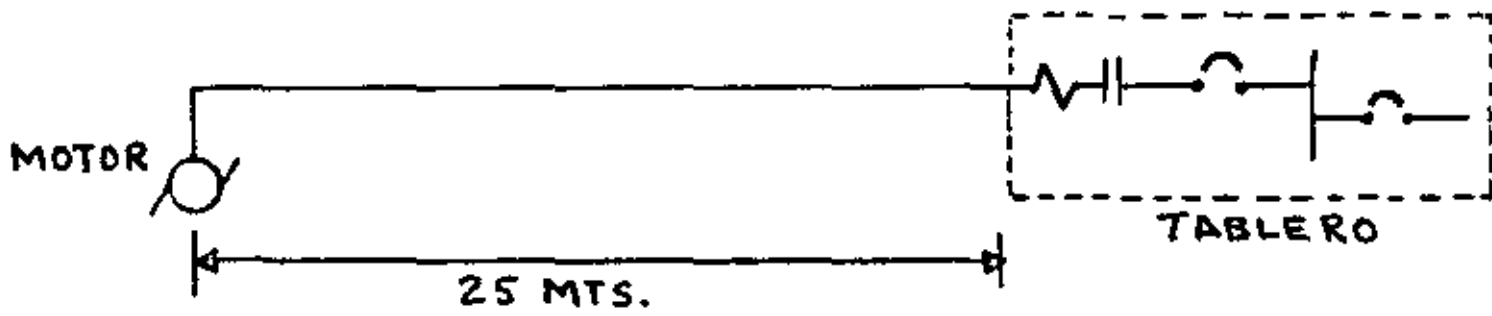
SISTEMAS DE FUERZA



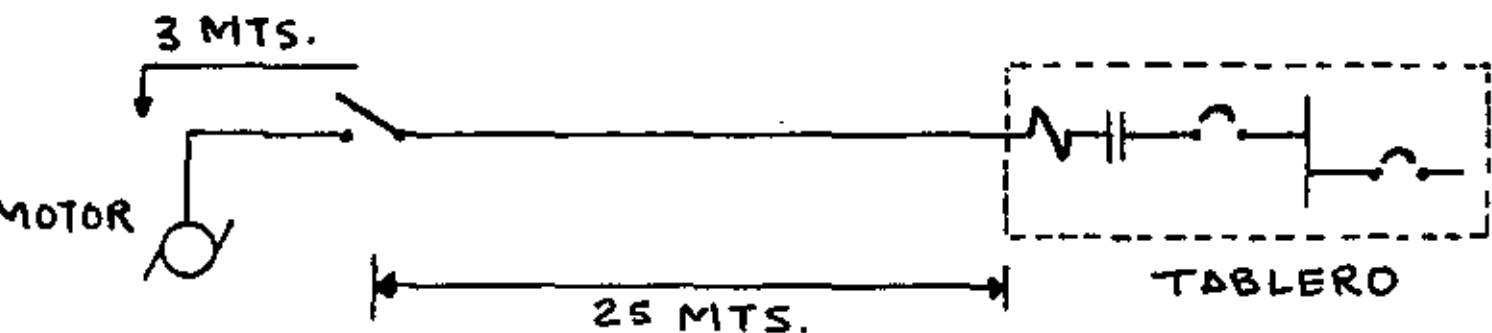
SIST. 440 V. - 4% = 17.6 V.  
 ✓ 220 V. - - = 8.8 V.

# FALLAS MAS FRECUENTES EN LOS PROYECTOS ELECTRICOS

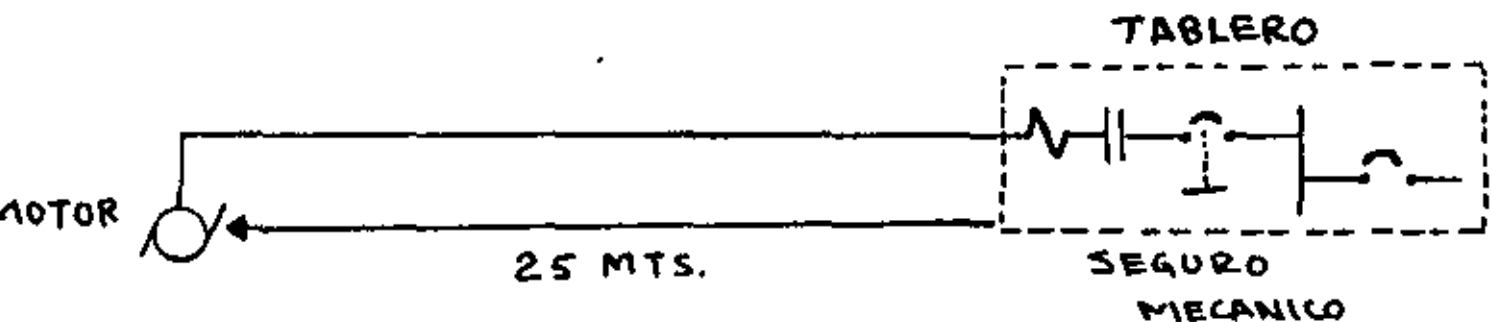
16



ARRANCADOR - CONTROLADOR NO VISIBLE

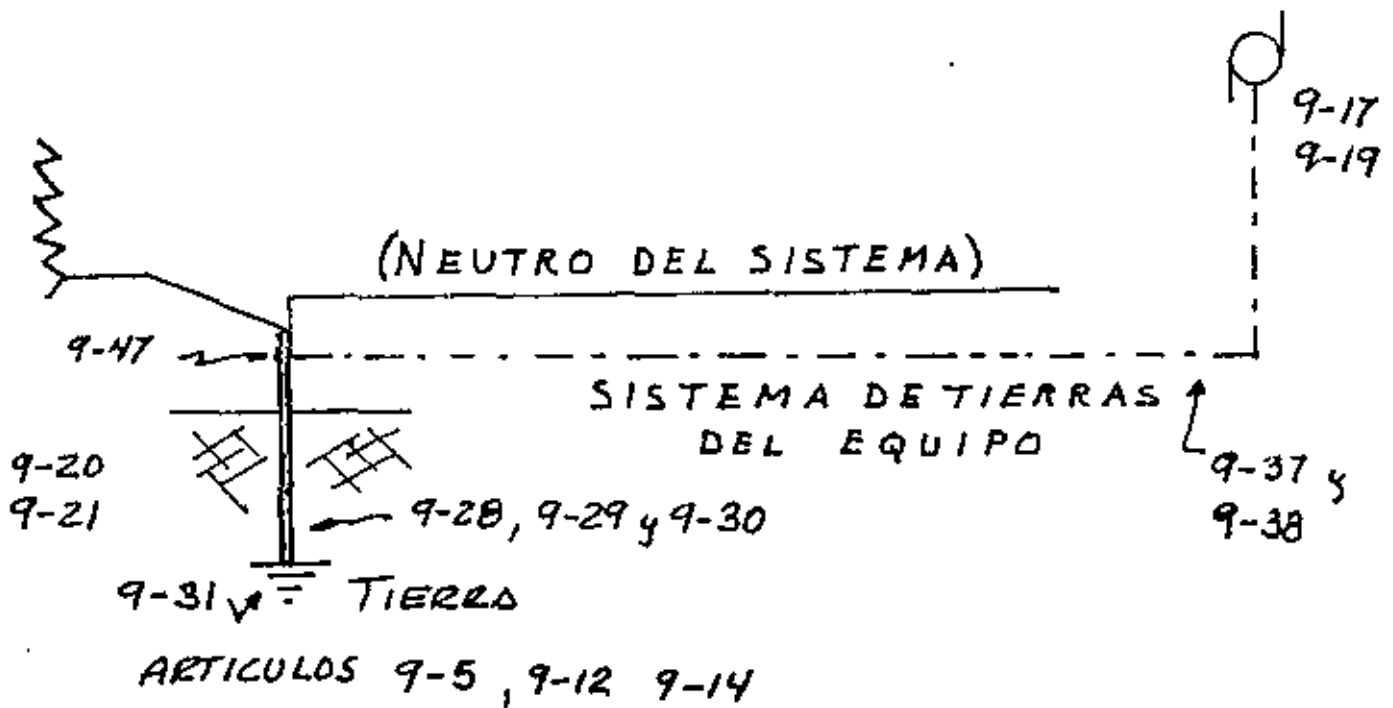
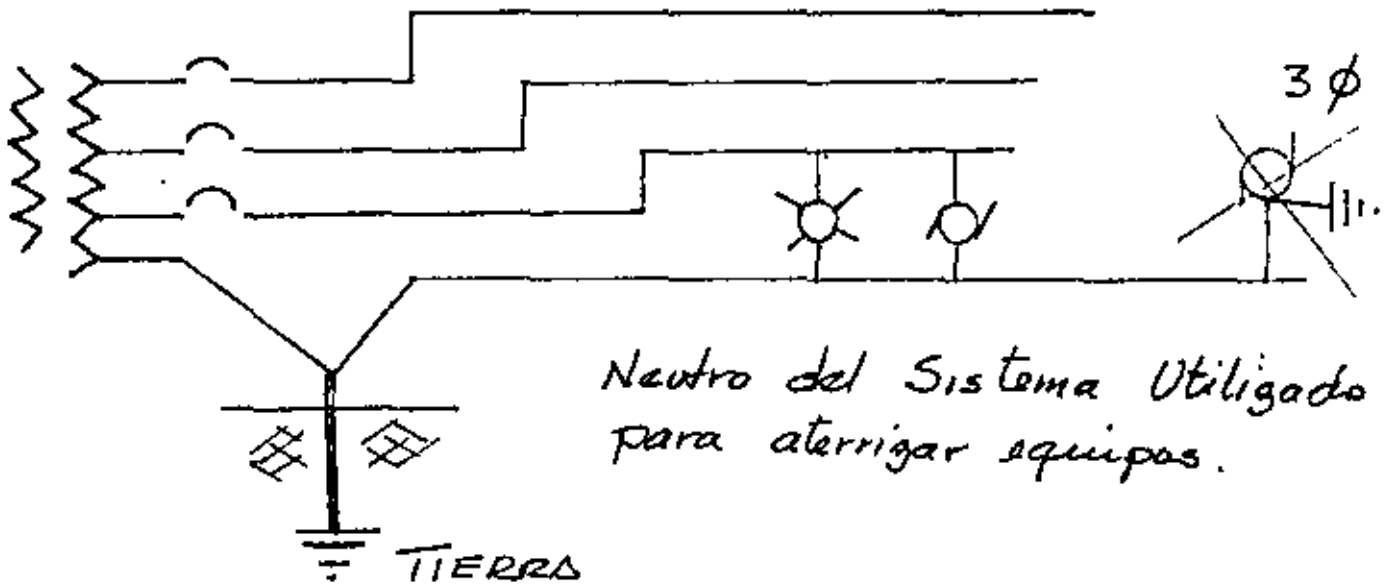


SOLUCIONES



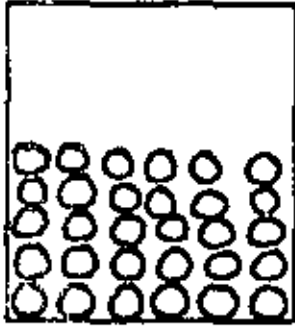
ARTICULO 28-42 DEL ROJE

# FALLAS MAS FRECUENTES EN LOS PROYECTOS ELECTRICOS

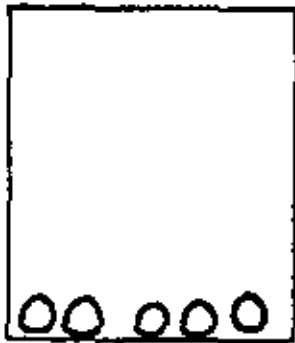




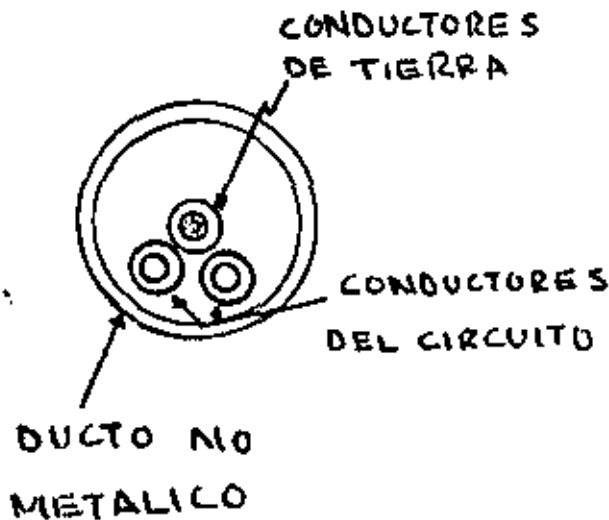
# DETALLES CON CANALIZACIONES <sup>19</sup>



NO DEBEN COLOCARSE MAS DE 30  
CONDUCTORES EN DUCTOS METALICOS.

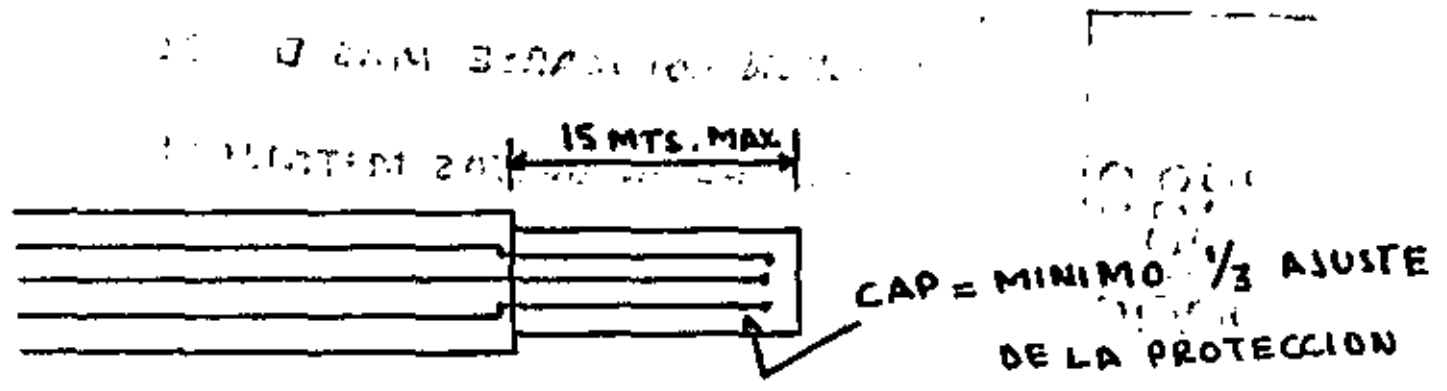


CUANDO SE OCUPA MENOS DEL 20%  
DEL AREA INTERIOR DEL DUCTO, PUEDEN  
NO APLICARSE LOS FACTORES DE AGRU-  
PAMIENTO.

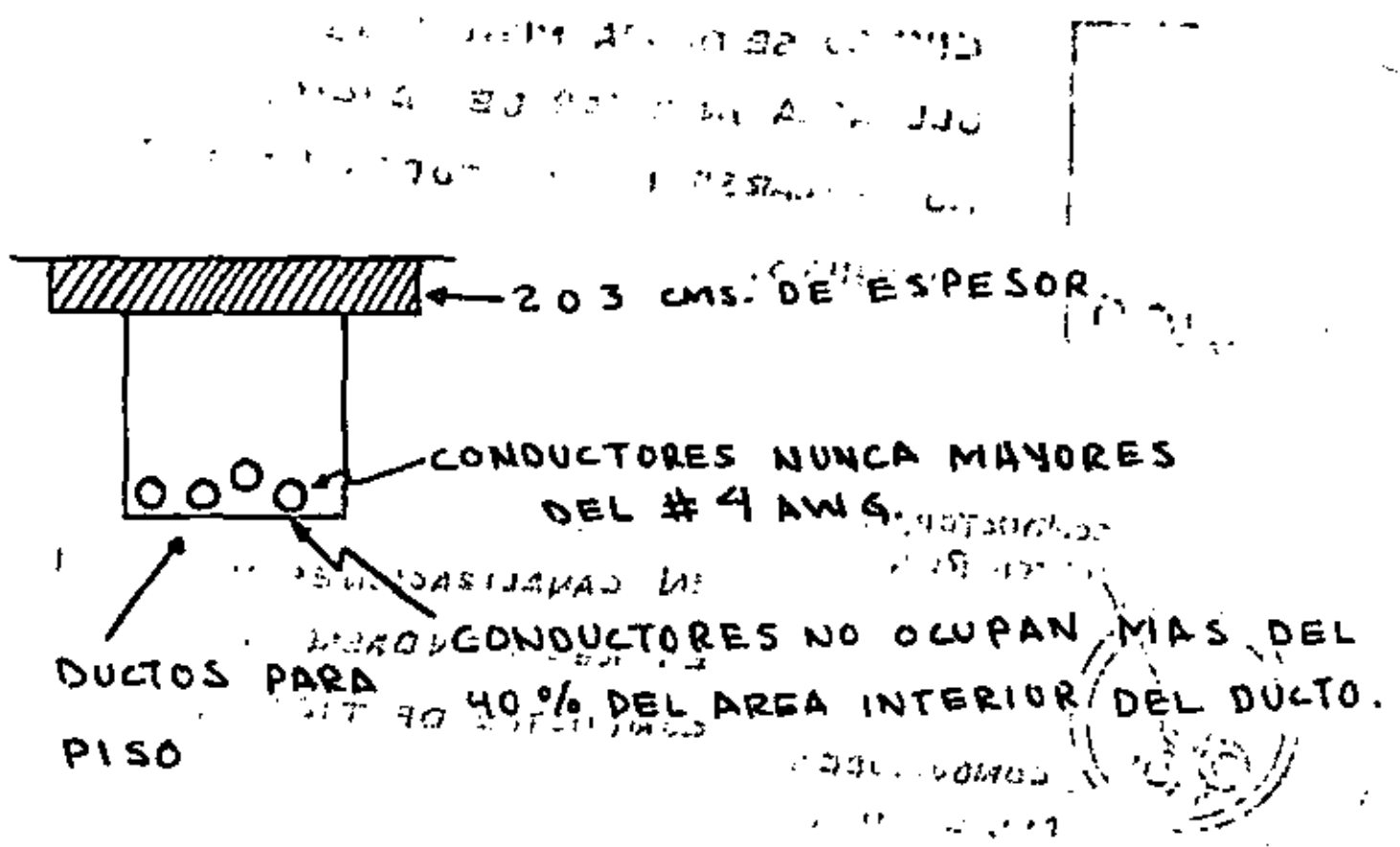


EN CANALIZACIONES NO METALICOS  
ES RECOMENDABLE INSTALAR UN  
CONDUCTOR DE TIERRA.

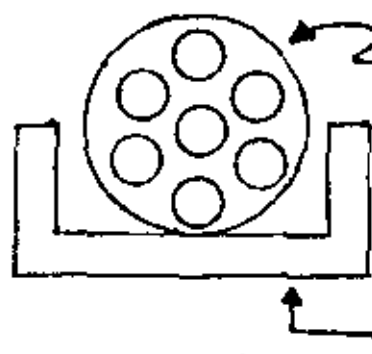
# DETALLES SOBRE CANALIZACIONES.



## REDUCCION EN LA CAPACIDAD DE ELECTRODUCTOS

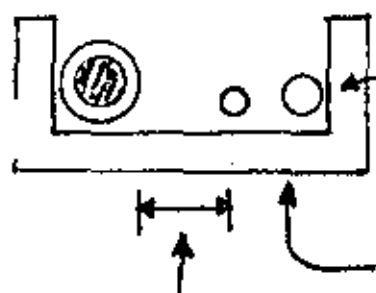


## DETALLES CON CANALIZACIONES<sup>2)</sup>



CABLE MULTICONDUCTOR, CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES SERA LA MISMA QUE SI LA CANALIZACION FUERA EN CONDUIT.

CHAROLA

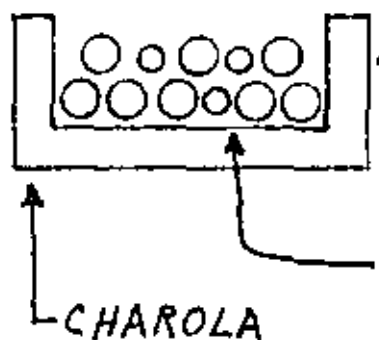


CAPACIDAD DE CORRIENTE SERA LA MISMA QUE SI EL CONDUCTOR ESTUVIERA AL AIRE.

UNA SOLA CAPA

CHAROLA

SEPARACION = AL DIAMETRO DEL CABLE DE MAYOR SECCION.



CAPACIDAD DE CORRIENTE = CONDUCTOR AL AIRE X 0.75

2 CAPAS

SIN SEPARACION

CHAROLA

PERSONAS AUTORIZADAS <sup>22</sup> PARA ENCARGARSE COMO RESPONSABLES DE PROYECTAR Y CONSTRUIR OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS.

ARTICULOS 210, 212 AL 215 Y 217 DEL REGLAMENTO VIGENTE DE LA LEY DE LA IND. ELEC.

I. INGENIEROS.	TITULO Y CEDULA PROFESIONAL CERTIFICADO DE ESTUDIOS (INCLUYENDO MATERIAS CURSADAS).
II. - TECNICOS.	CERTIFICADO DE TECNICO. CERTIFICADO DE ESTUDIOS (INCLUYENDO MATERIAS CURSADAS).
III. - OBREROS CALIFICADOS.	CERTIFICADO DE ESTUDIOS (INCLUYENDO MAT. CURSADAS).



## RESPONSABILIDADES DE LAS PERSONAS REGISTRADAS

- PROYECTO
- OBSERVAR LOS REQUISITOS MINIMOS ESTABLECIDOS EN EL R.O.I.E.
  - EQUIPO Y MATERIAL ELECTRICO REGISTRADO EN LA SEPAFIN.
  - VERIFICAR QUE LOS PLANDS Y MEMORIAS DE CALCULO Y DE ESPECIFICACIONES DE MATERIALES ESTEN COMPLETOS Y ORDENADOS.

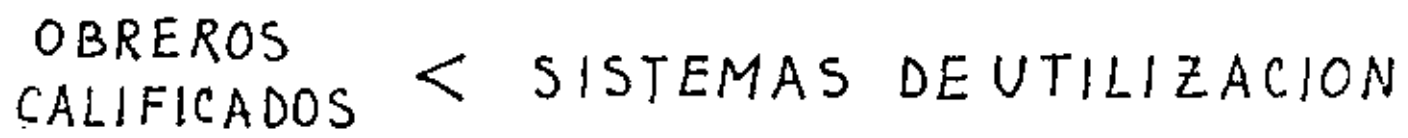
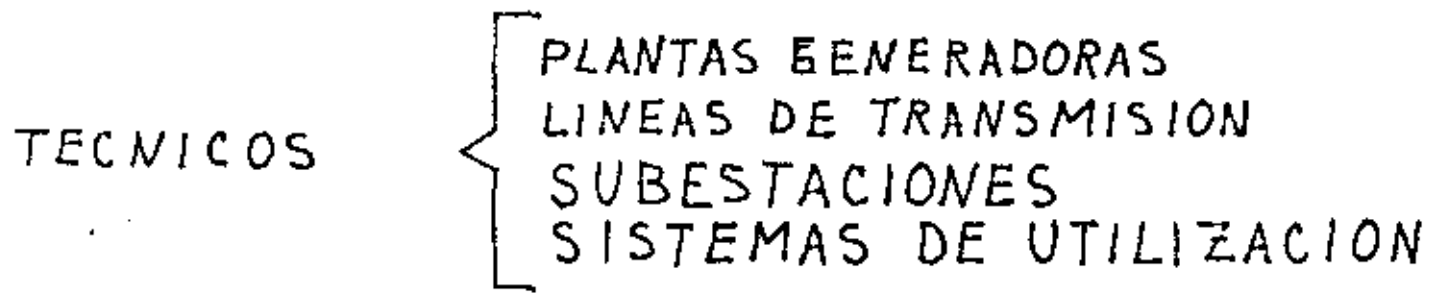
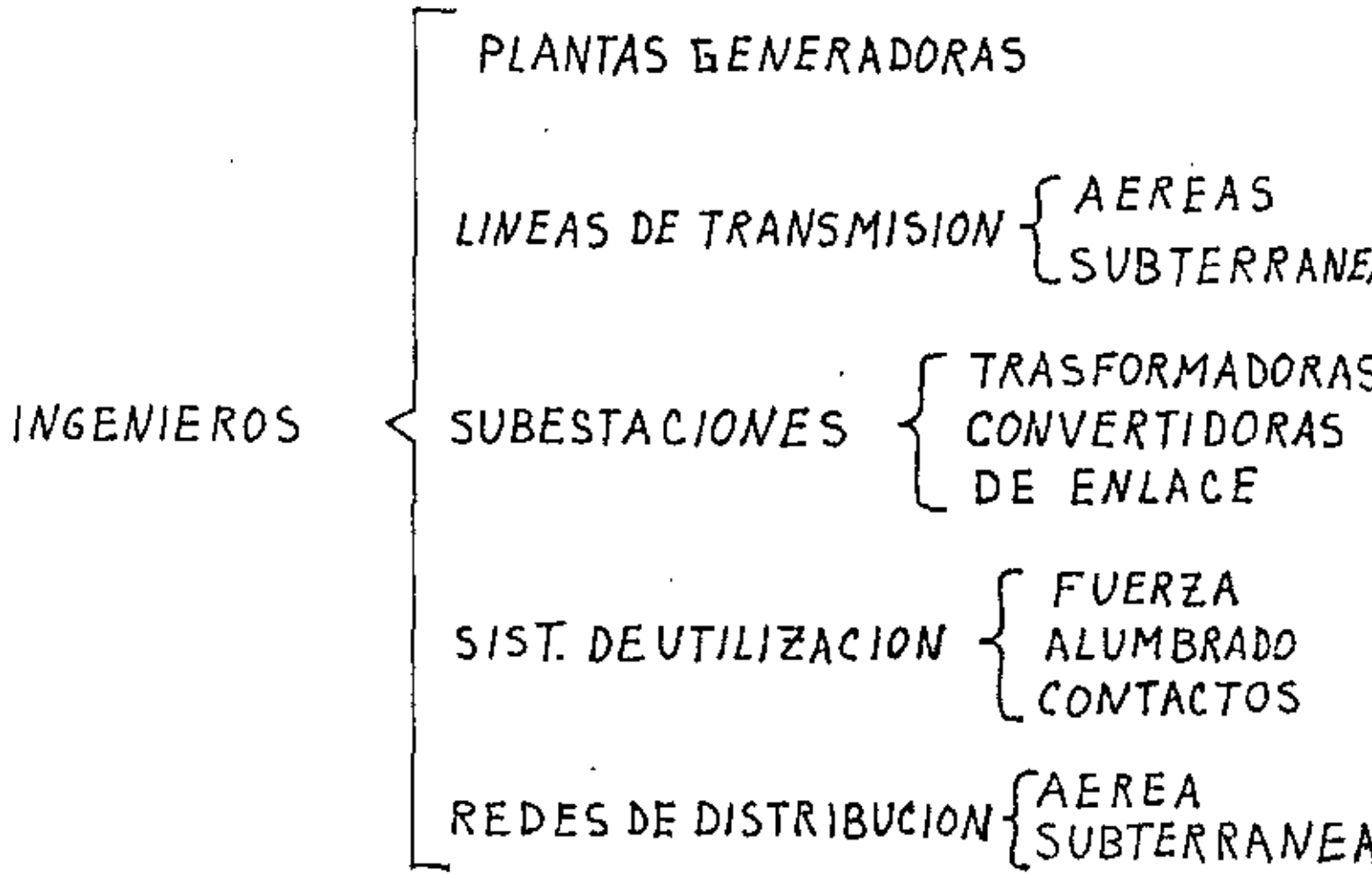
- CONSTRUCCION
- AJUSTARSE AL PROYECTO APROBADO O EN SU CASO REPORTAR LOS CAMBIOS REALIZADOS INCLUYENDO SU JUSTIFICACION TECNICA.
  - NO CONSTRUIR INSTALACIONES ELECTRICAS SI NO EXISTE PREVIAMENTE EL PROYECTO APROBADO.
  - INSTALAR EQUIPO Y MATERIAL APROBADO EN LA SEPAFIN.
  - VERIFICAR QUE LAS OBRAS ELECTRICAS SE AJUSTEN A LOS REQUISITOS DEL R.O.I.E.

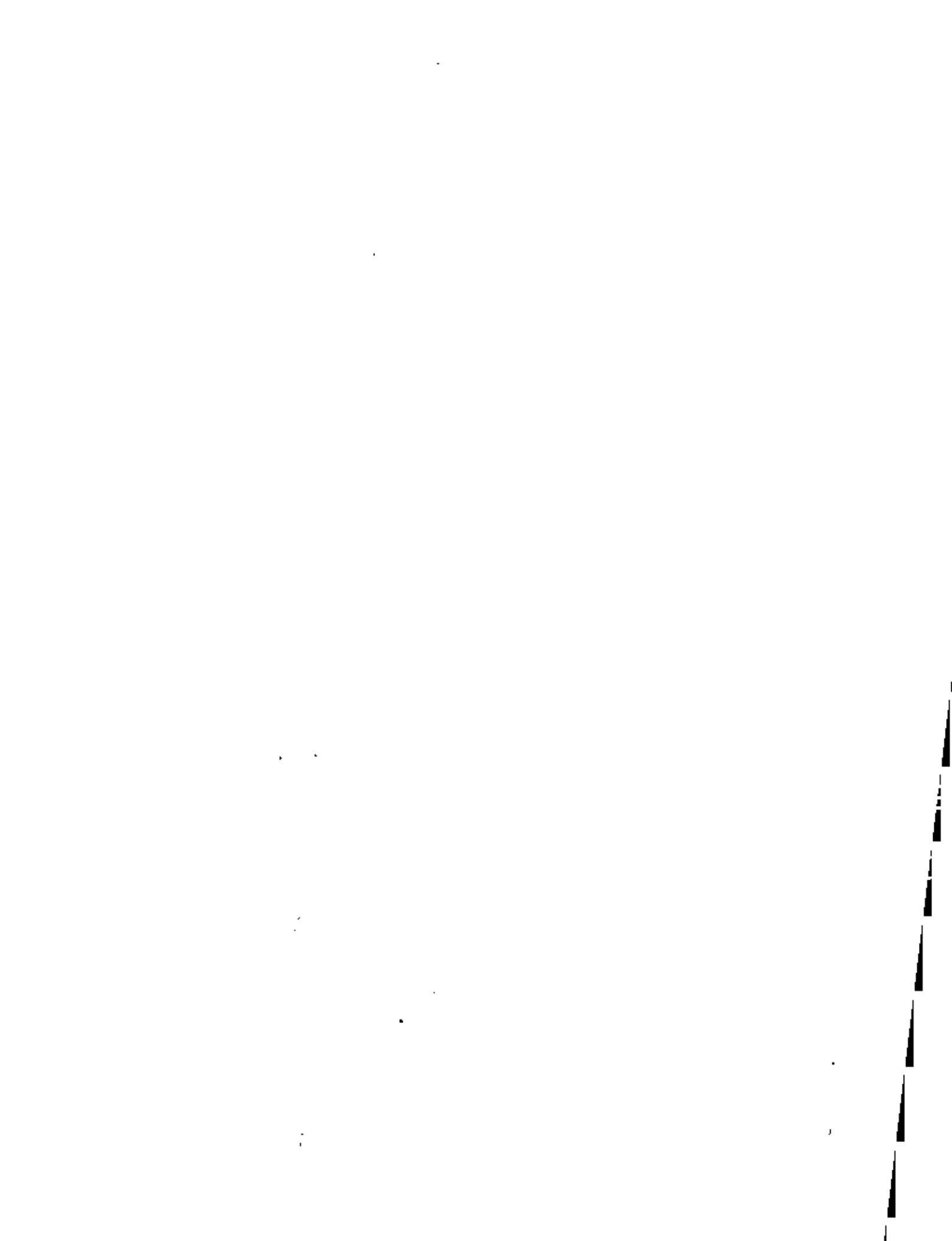
# FACULTADES DE LAS PERSONAS REGISTRAS COM<sup>o</sup> RESPONSABLES PARA.

- PROYECTAR
- I.- INGENIEROS - SIN LIMITACIONES
  - II.- TECNICOS - { HASTA 100 KW EN ALTA  
O BAJA TENSION
  - III.- OBREROS CALIFICADOS - { HASTA 300 KW EN BAJA  
TENSION EXCLUSIVAMENTE  
EXCEPTO GRUAS, ELEVADORES  
Y MONTACARGAS

- CONSTRUIR
- I.- INGENIEROS - SIN LIMITACIONES
  - II.- TECNICOS - { HASTA 1000 KW EN BAJA  
TENSION Y EN ALTA TENSION  
HASTA 23 KV DE TENSION
  - III.- OBREROS CALIFICADOS - { HASTA 100 KW EN BAJA  
TENSION EXCEPTO:  
GRUAS, ELEVADORES  
Y MONTACARGAS.

# MATERIAS BASICAS QUE DEBEN CONTENER LOS CERTIFICADOS DE ESTUDIOS







centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



## INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

### PLANTAS ELECTROGENAS

1. Su utilización
2. Componentes
3. Selección

ING. SERGIO ORDÓÑEZ LEZAMA

5 de OCTUBRE, 1980



PLANTAS      ELECTROGENAS

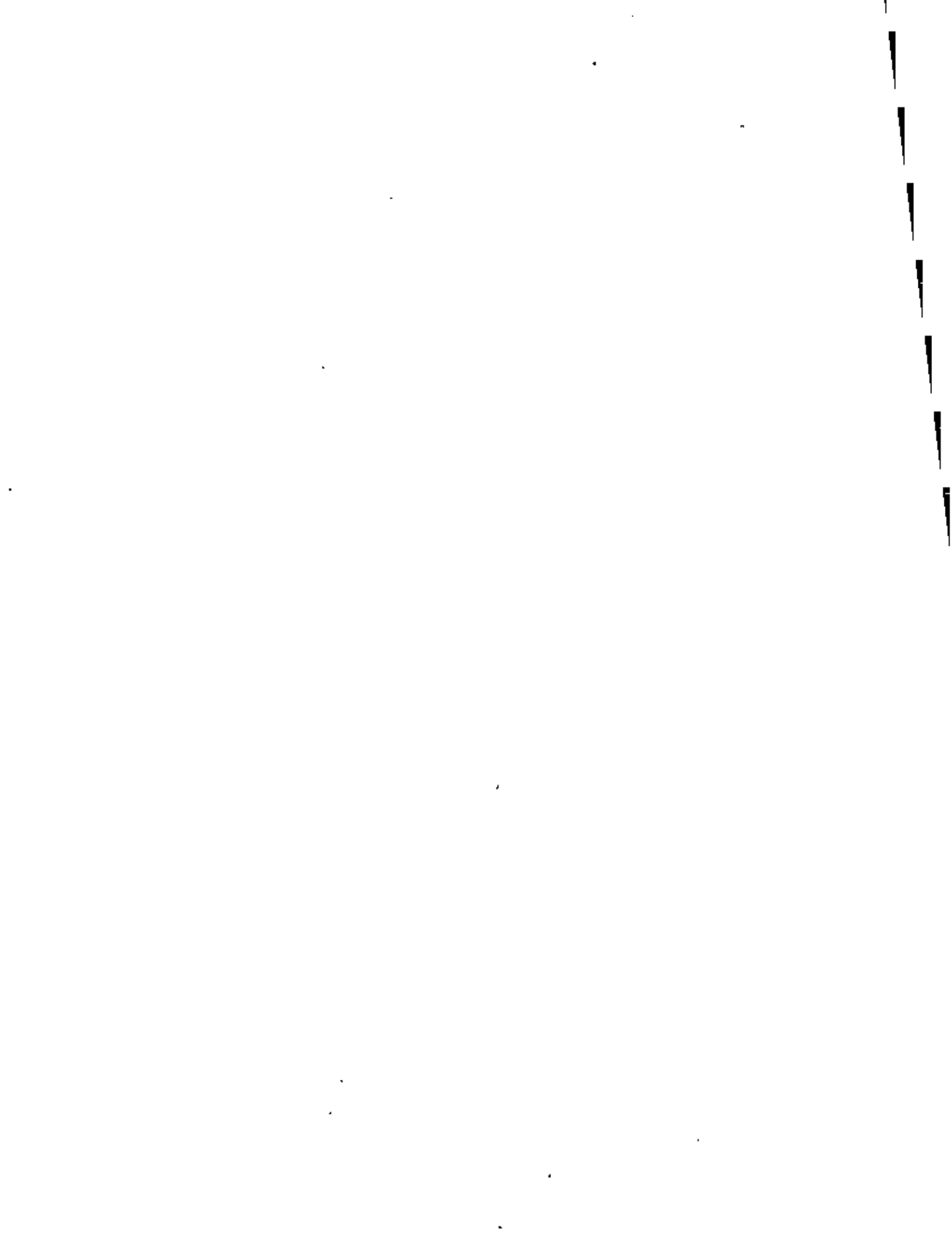
1a. Su utilización

2a. Componentes

3a. Selección

\* Ing. Sergio Ordóñez Lezama \*  
Proyectos Industriales, S.A.  
Miembro de Americ, A.C.

---





# I PLANTAS ELECTROGENAS

## 1.- SU UTILIZACION

De acuerdo con la forma de operar de las plantas eléctricas, éstas pueden dividirse en tres grupos:

- a) Plantas de Emergencia
- b) Plantas de Servicio Continuo
- c) Sistemas de Servicio Ininterrumpible de Potencia (UPS)

### a) PLANTAS ELECTRICAS DE EMERGENCIA

Como su nombre lo indica, el suministro de energía eléctrica en algunos casos, es indispensable para afrontar condiciones de falla y peligro, ya sea porque se pierda o dañe una producción determinada o porque se pongan en peligro vidas, otros bienes, etc.

En el caso de hospitales u otras aplicaciones en que se amenaza la vida humana, pueden considerarse las plantas de emergencia como un Salvavidas. De aquí la importancia de poner una gran atención no solo a la buena selección, adquisición e instalación de la misma, sino mantener con gran acuciosidad y esmero todas las características que aseguren su buena operación.

Una planta de emergencia esta diseñada para operar durante periodos relativamente cortos, ya que se supone que el suministro general de energía eléctrica, se hace cargo de la demanda normal y solamente al fallar ésta, se requiere un sustituto para algunas cargas y, por consiguiente, en lugares con buen suministro eléctrico, una planta de emergencia llega a operar solo unas cuantas horas por año, aún sumándole los tiempos de ejercitación semanal que se aconsejan.

En otras ocasiones, la operación es más intensa, pero aún así, el diseño de una planta de emergencia es básicamente diferente a la de servicio continuo.

b) PLANTAS DE SERVICIO CONTINUO

En términos generales, las plantas de servicio continuo, son aquellas que suministran energía eléctrica para:

- a) venta y distribución del fluido
- b) accionar equipos eléctricos particulares en lugares donde no existe el suministro público o éste es deficiente, insuficiente o de diferentes características a las que requieren.

Para las primeras que se citan, generalmente se requieren estudios y características muy especiales y complejos, ya que la venta y distribución de energía, están sujetos a una serie de normas y requerimientos gubernamentales para asegurar, no solo la continuidad y suficiencia del servicio, sino la buena calidad del mismo y detalles que en el presente estudio sería imposible agotar, sin embargo, al describir las segundas, se esbozan algunas características y estudios que, para el primer caso sería necesario ampliar.

Una planta de servicio continuo es aquella en que la operación de la misma se requiere por un período largo, ya sea a plena carga o parcialmente y, dependiendo de esto, las condiciones del calentamiento y desgaste del motor primo, así como, el consumo y aprovechamiento de combustible o energía mecánica, deben estudiarse en forma particular.

Aquí las características COSTO DE GENERACION/KILO WATT-HORA, tiene una influencia importante en la selección del equipo.

El costo de generación depende del costo de combustibles, vapor, etc., que se consuman y del costo de operación, mantenimiento, reparación, así como, de la amortización del equipo; por lo que, un balance entre éstos, permite escoger aquel que dé las condiciones más económicas y funcionales.

c) SISTEMA DE SERVICIO ININTERRUMPIBLE DE POTENCIA (UPS)

Este es un sistema de generación eléctrica de servicio constante que combina las características de una planta de emergencia y sistema normal de suministro eléctrico.

El objetivo principal de estos sistemas es que, en ningún momento desaparezca el suministro eléctrico en la carga, aún cuando falle la fuente que los abastece.

Estos requerimientos generalmente se presentan en cargas menores muy especiales como: instrumental médico, aeropuertos, computadoras, plantas químicas, comunicaciones, etc.

Existen varias formas de hacerlo, dependiendo de la capacidad principalmente:

- a) CA - CD dependiente de batería (alumbrado de emergencia).
- b) Sistema de M - G con volante.
- c) Sistema M - G volante y motor primo.
- d) Conversión - Batería - Inversión.
- e) Generación Continua, con suministro Normal como Emergencia.

Posteriormente se analizan estos sistemas con más detalle.

2.- COMPONENTES

UNA PLANTA ELECTRICA, consta de las siguientes partes principales:

- a) Motor primo,

- b) Generador,
- c) Controles e Interruptor General,
- d) Interruptor de Transferencia o doble tiro (Planta de Emergencia) y
- e) Accesorios.

a) El Motor Primo puede ser cualquier elemento que entregue energía mecánica adecuada al generador, pero entre los principales, para el presente trabajo, consideraremos los siguientes con fines de emergencia:

Motor a gasolina

Motor diesel

Motor a gas

Turbina de gases

b) El Generador Eléctrico es, generalmente, un alternador de 2, 4 ó 6 polos, dependiendo de la velocidad es cogida para la mejor operación del motor primo.

En motores a gasolina, con potencias relativamente bajas, comunmente se usa una velocidad de operación de 3000 a 3600 RPM (50 ó 60 Hz, respectivamente), o sea la velocidad síncrona correspondiente a un generador de 2 polos.

En el caso de turbinas de gases y, dada su alta velocidad de operación, también se usan generadores de 2 polos.

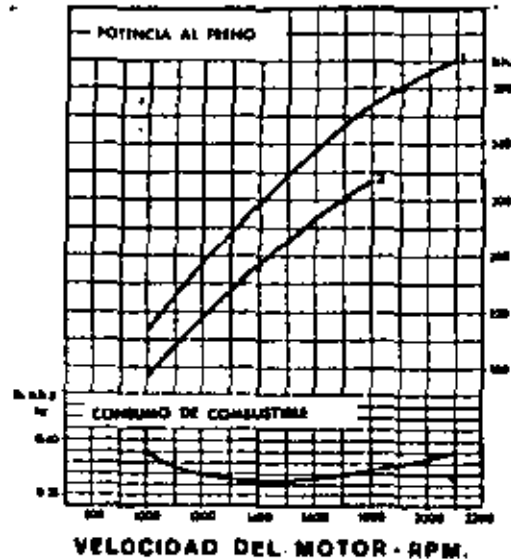
La potencia en este último caso, es relativamente alta.

En aplicación para equipos de aviación, generalmente se usa frecuencia de 400 Hz o sean 24000 RPM con 2 polos, 12000 RPM con generadores de 4 polos, 8000 con 6 polos, etc.

Esto permite el uso de equipo mas compacto.

En ampliaciones de motor diesel, la velocidad común es de 1500 - 1800 RPM o sean 4 polos en el generador, pero para aplicaciones de servicio continuo, se recomienda el uso de generadores de 6 u 8 polos, o sean 1000 - 1200 RPM ó 750 - 900 RPM respectivamente, para que el desgaste de sus elementos se reduzca en proporción y la vida útil de la máquina se prolongue. Esto, sin embargo, repercute es una pérdida casi linealmente proporcional de la potencia del motor.

### CARACTERISTICAS DE MOTORES

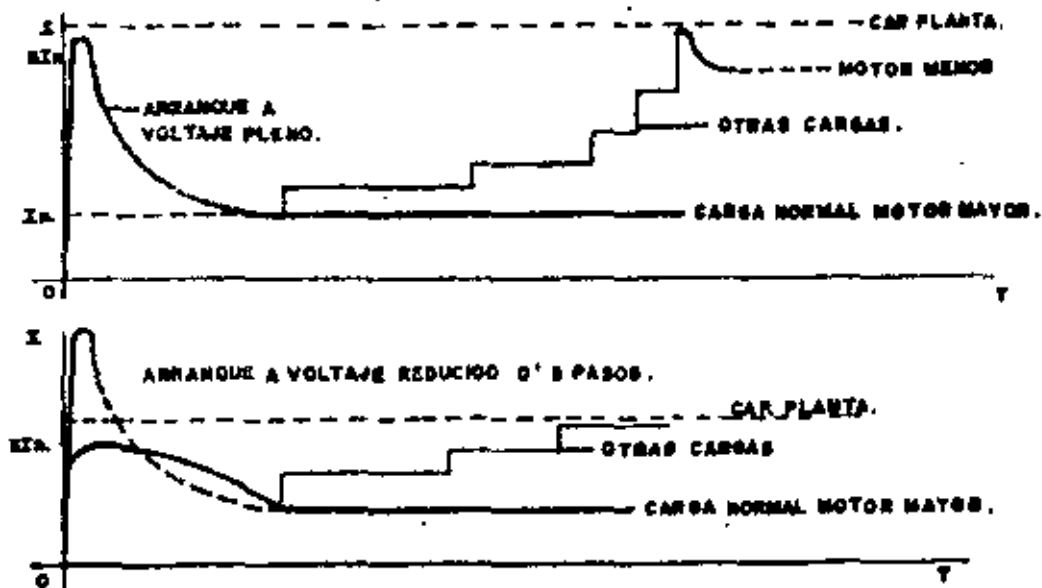


En el caso de motores a gas, su selección depende de la potencia y de otras características, pudiendo usarse motores de ciclo Otto, o sea, con encendido eléctrico por bujías o de ciclo Diesel, o sea, enriqueciendo la mezcla aire - combustible, en cuyo caso, el encendido sigue haciéndose con la inyección de combustible líquido en la cabeza de los cilindros.

### 9.- SELECCIÓN

El punto de partida para seleccionar un motor de combustión interna, es definir la potencia útil que se va a necesitar y en las circunstancias y condiciones del lugar de trabajo.

La potencia eléctrica que necesitaremos, a su vez, es la suma de las cargas totales, más la correspondiente al arranque de motores, dependiendo ésto, del tipo de arrancador empleado.



Una vez analizado el valor y la secuencia de arranque de los motores mas grandes, se verá cual es la potencia requerida en el generador y la que comercialmente se fabrica.

Para evaluar la potencia en la flecha a partir de la potencia eléctrica (en los cables de salida), debe considerarse la eficiencia del generador, que generalmente está entre 95% y 85% y esto ya nos puede llevar a calcular la potencia requerida en la flecha del motor.

$$HP = \frac{KW}{0.85 \times 0.746}$$

A su vez, la potencia en HP en la flecha del motor puede calcularse partiendo de las curvas de comportamiento del motor y a la velocidad en que va a trabajar.

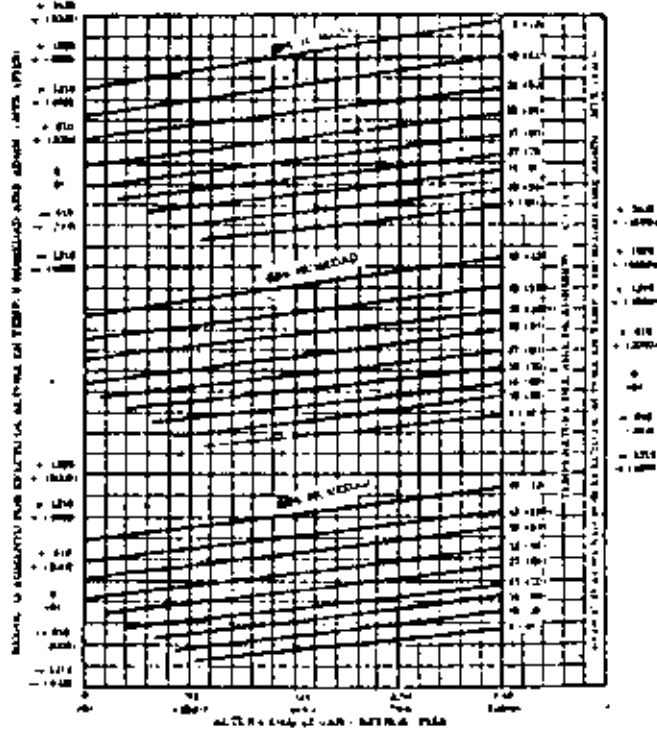
A esto deberán deducirse las pérdidas por altitud en el lugar de trabajo a razón de aproximadamente 1% por cada 100 m.s.n.m., si es de aspiración natural, o menos, si tiene la ayuda de un turboalimentador compensador, en cuyo caso puede reducirse esta pérdida, según su propio diseño.

A esta potencia todavía deben hacerse deducciones por:

- Consumo en HP del ventilador,
- Pérdidas en el escape,
- Pérdidas en bombas y ventiladores u otros equipos auxiliares, como: Radiador, intercambiador de calor, torre de enfriamiento, etc.,
- Pérdida por temperatura ambiente.
- Arriba de 15°C se pierden aproximadamente 1% por cada 6°C.

La humedad relativa del aire influye igualmente teniendo que recurrirse a tablas de comportamiento para su ajuste.

GRAFICA QUE ILUSTR LA CONECCION PARA LA ALTURA EN EL LUGAR DE PRUEBA PARA OBTENER LA TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AIRE DE ADMISION



GENERADOR

En cuanto al generador, el primer punto de partida es escoger la capacidad en KVA del generador, de acuerdo con la frecuencia necesaria y la velocidad y potencia en KW correspondientes del motor de combustión interna.

Generalmente el factor de potencia es 0.8, que es el diseño normal.

También es necesario conocer la altitud de trabajo, ya que a mayor altitud se pierde ventilación, o sea, disipación del calor motivado por las pérdidas, y por lo tanto, disponibilidad de potencia efectiva.



Cabe mencionar, que a un factor de potencia menor de 0,8, puede sobrecargarse el generador sin que el motor se "sienta".

Ejemplo:

	HP	KW	KVA	FP	A	% Carga Eléctrica	% Efecto Joule
Normal	150	100	125	0.8	327.5	100	100
Bajo FP	150	100	200	0.5	524	160	<u>256</u>

Con 0.5 FP, siendo igual la potencia mecánica del motor (150 HP) la carga reactiva del generador provoca un calentamiento en sus devanados de 256% o sea, con peligro de quemar los devanados.

Claro está que un Interruptor adecuado limitaría esa carga anormal, pero debe tomarse el FP en cuenta y corregirse en su caso.

## I N T E R R U P T O R

Desde luego, para evitar el problema de sobrecarga, el Interruptor debe ser escogido de acuerdo con la carga máxima del generador a FP = 0.8.

Aquí la protección contra circuito corto, debe revisarse únicamente para la capacidad interruptiva, de acuerdo con la impedancia del sistema.

## C O N T R O L E S

Los controles de la planta pueden ser muy sencillos o llegar a un grado de sofisticación exagerado, pero nos limitaremos a tomar en cuenta lo recomendable.

Primeramente deben considerarse Voltmetro, Ampérmetro y Frecuencímetro, como unidades elementales para conocer el funcionamiento del equipo y los límites dentro de los cuales puede trabajar, tanto la máquina generadora como el equipo eléctrico que alimenta.

Un Wattmetro no es indispensable si la máquina trabaja individualmente, pero es esencial si se va a poner a trabajar en paralelo con otra máquina o con la red de suministro.

Para operación en paralelo de máquina, se requiere además, una serie de dispositivos automáticos o manuales para sincronización como: ménsula con sincros-copio o luces de sincronización, voltmetros dobles, frecuencímetros dobles, y, de preferencia, control remoto de velocidad de motores diesel y de interrupciones generales.

El Contador de Horas es necesario para llevar un control de mantenimiento del equipo.

Para la protección del motor primo, es necesario contar con indicadores visuales de presión de aceite, temperatura de la máquina y carga de baterías, pero mejor aún, es contar con dispositivos automáticos de paro del motor por falla, o sea, cuando la temperatura del motor o la presión del aceite están fuera de sus límites recomendables, éstos deben actuar y dejar alguna indicación de la causa y de ser necesario, también sonar una alarma.

En máquinas de arranque y paro automático, además de lo anterior, es necesario un dispositivo programador de arranques de la marcha con intervalos de 4 ó 5 segundos, para evitar que la batería se descargue o se dañe antes de lograr el arranque.

En estos casos es necesario contar con un relé de tiempo para diferir el inicio de arranque cuando falla el suministro eléctrico momentáneamente y vuelve normal.

Entre 3 y 5 segundos es tiempo suficiente para cerciorarse de ello, pero en casos especiales puede disminuirse o aumentarse.

El control que ordena el arranque de la planta de emergencia es un relé sensible de voltaje, preferentemente trifásico, con ajustes generalmente a 80% y 120% del voltaje normal.

Para el paro de la máquina, cuando el suministro normal ha regresado, se requiere también un relé de tiempo para diferir el retorno de la carga al servicio normal y ésto puede hacerse en dos formas:

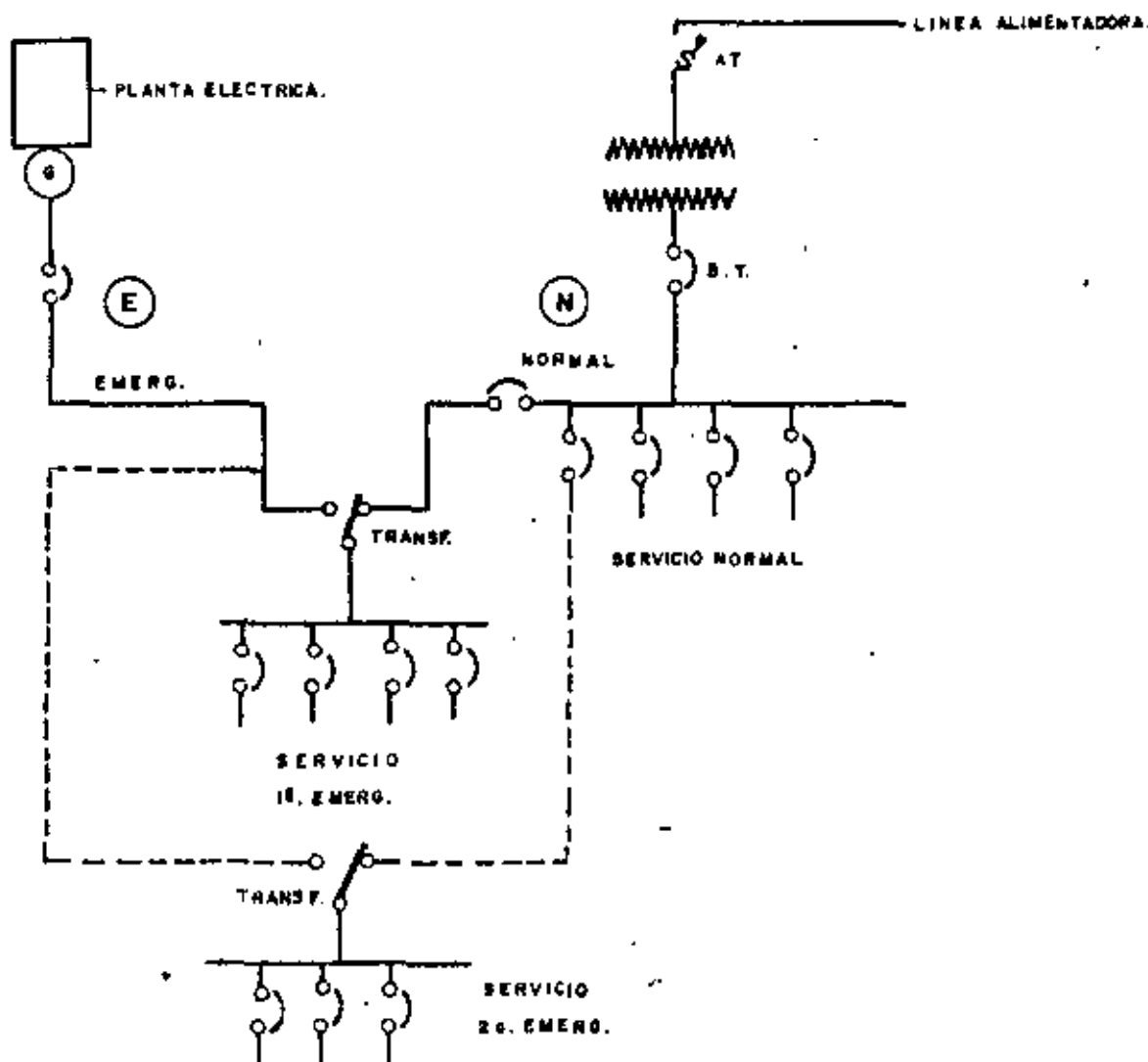
- 1a. Dejar que la máquina trabaje de 1 a 10 minutos antes de que transfiera la carga al servicio normal y para al momento de hacerlo.

Esto, además asegura que en una operación corta, la batería alcance a recargarse, si es que no existe cargador adicional, sino únicamente mantenedor de carga.

- 2a. Dejar que la máquina trabaje con carga los mismos 1 a 10 minutos aproximadamente, haga la transferencia de ésta y siga en vacío otros 3 ó 5 minutos para enfriar el motor primo, principalmente cuando la carga es de 60% o más de la capacidad.

### INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA O DOBLE TIRO

Quando una carga eléctrica se alimenta alternadamente de un suministro Normal o de Emergencia, si falta el Normal, es indispensable contar con un medio de conexión fácil, pero que, al mismo tiempo, asegure que nunca se conecte la planta de emergencia al sistema alimentador, pues puede resultar altamente peligroso para los linieros cuando la línea de suministro este siendo reparada o para el equipo por quedar en circuito corto o fuera de sincronía.



Si una planta de emergencia tiene sistema automático de arranque y paro, no se concibe que el doble tiro sea manual y por consiguiente es necesario un Interruptor Automático de Transferencia que reconozca siempre una alimentación preferente.

Existen muchos diseños de Interruptores de Transferencia, pero cabe señalar que es muy necesario escoger un equipo confiable y que requiera un mantenimiento mínimo,

pues el 100% del tiempo permanece en uso, alimentado por servicio Normal o por Emergencia.

El tiempo de transferencia automática debe ser muy corto (alrededor de 0.5 segs.) pero no menor de 8 Hz (0.13 segs.) entre abrir un circuito y cerrar el otro, para evitar un circuito corto.

### ACCESORIOS

Entre los accesorios se puede hablar de muchos equipos, pero los principales son:

- Radiador o intercambiador de calor.
- Silenciador que absorba el máximo de ruido, pero que no resuene a la velocidad normal ni provoque una contrapresión (aproximadamente 4-6" agua).
- Tubo flexible para absorber las vibraciones entre la máquina y el silenciador.
- Tubo o codo de escape con protección contra lluvia.
- Protección antichispa para lugares peligrosos.
- Bases flexibles para que no se transmitan las vibraciones al piso o estructura.
- Tanque de día con nivel, válvulas de paso y desfogue, respiración y válvula de flotador (en su caso).
- Bomba de trasiego.
- Batería y cables de capacidades adecuadas.
- Cargador de batería o mantenedor.
- Reloj programador para ejercitación semanal.
- Interruptores para ejercitación y mantenimiento, con o sin carga.

- Precalentadores de aire y agua.

Como se vé, la selección de un equipo para generación eléctrica de servicio continuo o emergencia, no debe dejarse en manos inexpertas y es de aconsejarse que se haga un estudio para cada caso, ya que puede considerarse que las plantas son como un traje a la medida.

11mm.

Noviembre de 1979.

Ponencia: 14 de noviembre.

Lugar: Centro de Educación Continua.

NOTAS SOBRE LA TABLA N° 1.

Cuando se desea una buena calidad del servicio eléctrico, la caída de tensión durante el arranque de motores debe restringirse a 5% o menos, más de 5%, principalmente en alumbrado incandescente, es un grave inconveniente, aunque sea poco frecuente.

En donde las fluctuaciones de luz no sean importantes puede tolerarse hasta un 25% de caída de voltaje durante el arranque de un motor, más allá de este límite, cuando hay otros arrancadores y/o contactores magnéticos y relés de bajo voltaje, podrían desconectarse con menos del 75% del voltaje de suministro.

En donde el arranque de un motor grande es el único factor para tomarse en cuenta, puede tolerarse hasta 40% de caída de voltaje.

Los tamaños de motores en HP anotados en la tabla anterior, están basados en motores código F, que toman una corriente de arranque de 5.5 veces la corriente de trabajo a plena carga.

Al arrancar por medio de compensador, debe tomarse en cuenta que el par motor se reduce a 64% con la derivación de 80% y a 42% con la derivación de 64%. Asegúrese de que estos pares son suficientes para arrancar la carga.

La potencia en HP anotada en la columna de "Arranque con Resistencia" supone que posiblemente el motor no arranca hasta que toda la resistencia este fuera y que el voltaje del generador se ha restablecido antes de comenzar a girar el motor.

NOTAS SOBRE LA TABLA N° 2.

MOTORES DE FASE PARTIDA. Toman una corriente muy alta durante el arranque.

Multiplíquense por dos los valores de carga de arranque de Tabla dos.

MOTORES DE TIPO CAPACITOR. Aumentense en 25% los valores de KVA y corriente de arranque de la Tabla dos.

MOTORES TRIFASICOS. Para motores del tipo de Alto Par de Arranque, redúzcanse en 25% los valores de KVA y corriente de la Tabla dos.

MOTORES CON ROTOR DEVANADO. Los KVA de arranque son únicamente de 30 a 50% mayores que los KVA de trabajo normal.

Los valores de corriente y los KVA de arranque de la Tabla dos, son para arranque directo sobre la línea (Voltaje completo).

En donde se usa resistencia de arranque o compensador, los KVA de arranque son de 50% o menos de los indicados en la tabla.

INSTRUCTIVO DE PROYECTOS INDUSTRIALES, S. A.  
 RELATIVO A SELECCION DE PLANTAS ELECTRICAS.

Fecha Julio 1978. 17  
 Sec. TECNICA  
 Hoja 1 de 1

Substituya a la(s) hoja(s) \_\_\_\_\_ de fecha \_\_\_\_\_

**GENERADORES COMPACTOS.**

**TABLA 1. POTENCIA EN KW DEL MOTOR MAYOR QUE SE PUEDE ARRANCAR SIN EXCEDER UNA DETERMINADA C. DE VOLT**

KVA.	KW.	5% DE CAIDA DE VOLTAJE.				25% DE CAIDA DE VOLTAJE.				40% DE CAIDA DE VOLTAJE.			
		ARRANQUE A PLENA VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON REACTANZA	ARRANQUE A PLENA VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON REACTANZA	ARRANQUE A PLENA VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON REACTANZA
			80%	85%			80%	85%			80%	85%	
3.75	3	—	—	—	—	1	1.5	—	1	1.5	—	—	
6.25	5	—	—	—	1	1	2	1	2	2	2	1	
8.4	7.5	—	—	—	2	1.5	2	2	2	2	2	2	
12.5	10.0	—	—	—	2	1.5	3	2	3	3	2.5	2	
18.7	15	—	—	1	2	2	3	2	3	3	2.5	2	
26.0	20	—	—	1.5	3	3	5	3	5	5	10	3	
31.3	25	1	1.5	2	5	5	7.5	5	7.5	7.5	12.5	5	
37.5	30	1	1.5	2	7.5	5	10	5	10	10	15	7.5	
50	40	1.5	2	3	10	7.5	12.5	10	12.5	12.5	20	10	
62.5	50	2	3	3	12.5	10	15	10	15	15	20	12.5	
75	60	2	3	3	15	12.5	20	10	20	20	30	15	
92.5	75	2	3	3	20	15	20	10	20	20	30	20	
125	100	3	3	7.5	25	20	30	20	30	30	40	25	
156	125	3	7.5	10	30	25	40	20	40	40	50	30	
187	150	3	7.5	12.5	40	30	50	20	50	50	75	40	

**TABLA 2. CORRIENTES Y POTENCIA APROX. QUE TOMAN LOS MOTORES DE SELECCION DE JALISA DE ARRILLA.**

POTENCIA EN KW	CARGA DURANTE EL TRABAJO.				CARGA EN EL ARRANQUE A VOLTAJE COMPLETO			
	KW A PLENA CARGA	KVA A PLENA CARGA	ARRANQUE A PLENA CARGA		MOTOR TIPO PARADO TIPO DE		MOTOR TIPO PARADO TIPO DE	
			MOTORES	TIPO DE	TIPO DE	TIPO DE	KVA.	AMPER.
1/2	0.5	0.8	2.0	2.1	2.0	15.0	7.7	20
1	1.0	1.6	2.5	2.7	4.5	20	12.5	33
2	1.5	2.4	11.0	2.9	9.0	41	17.0	48
3	2.5	3.7	17.0	3.7	12.0	55	17.0	48
5	4.5	6.0	27	15.0	20.0	80	20.0	75
7 1/2	6.6	9.1	37	21	28.0	140	45.	112
10	8.8	11.0	50	28	37.0	187	60	144
15	12.0	15.0	—	36	—	—	85	220
20	17.2	20.0	—	42	—	—	110	280
25	21.4	24.0	—	54	—	—	135	322
30	26.5	29.0	—	75	—	—	160	420
40	35.8	39.4	—	105	—	—	217	570
50	45.2	49.5	—	125	—	—	264	690
60	54.0	59.5	—	150	—	—	325	850
75	62.8	71.0	—	180	—	—	390	1020
100	83.0	95.0	—	244	—	—	511	1340

NOTA. LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA 2. SON PARA 220V. PARA 115V. LOS AMPERES SERAN EL DOBLE Y PARA 440V. SERAN LA MITAD DE LOS INDICADOS.

FORMULO:

Vo. Bu. DEPTO.

APROBO:





centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



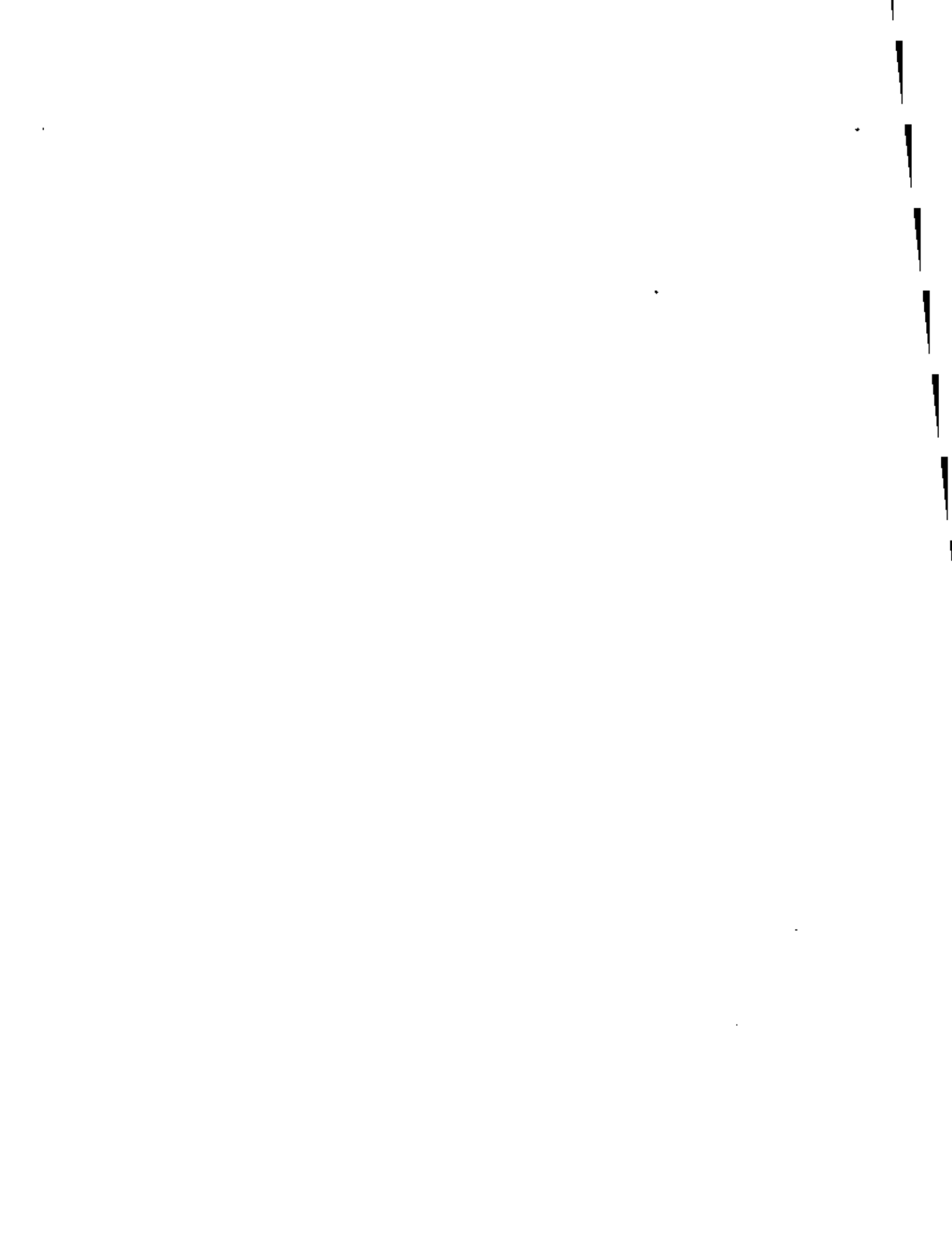
INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SUMINISTROS DE ENERGIA ELECTRICA

·II

CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.

OCTUBRE, 1980



COMPANIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S. A.  
GERENCIA DE DISTRIBUCION Y TRANSMISION

REDES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCION  
DE ENERGIA ELECTRICA

ING. J. YERRA  
ING. R. ESPINOSA

JULIO 1978



## CONTENIDO

### 1- REDES SUBTERRANEAS EN ZONAS DE ALTA DENSIDAD DE CARGA

- 1.1.- Introducción
- 1.2.- Red mallada
- 1.3.- Red Mallada limitada
- 1.4.- Red en anillo abierto
- 1.5.- Red con alimentadores selectivos
- 1.6.- Red en derivación doble
- 1.7.- Red en derivación múltiple.

### 2- ALIMENTACION AL SERVICIO DEL CLIENTE

- 2.1.- Generalidades
- 2.2.- Acometida sencilla
- 2.3.- Acometida doble
- 2.4.- Medición de energía
- 2.5.- Locales para subestaciones en interior de edificios.



1.- REDES SUBTERRANEAS EN ZONAS DE ALTA DENSIDAD DE CARGA.

1.1.- Introducción.

Las redes subterráneas han visto favorecida su implantación en las zonas urbanas de alta densidad de carga debido a las ventajas que presentan ante las redes aéreas. Las principales ventajas son la confiabilidad de servicio y la limpieza que estas instalaciones proporcionan al paisaje. Naturalmente, este aumento en la confiabilidad y en la estética involucra un incremento en el costo de las instalaciones y en la especialización del personal encargado de construir y operar este tipo de redes.

Los principales factores que se deben analizar al implementar una red subterránea son: Densidad de carga, costo de instalación, grado de confiabilidad, facilidad de operación y seguridad. Todos estos factores son importantes y la selección final del tipo de red se ve altamente influenciada por la experiencia que se tiene en equipos, materiales y especialización del personal.

De acuerdo a las estructuras, las redes subterráneas se pueden clasificar de la siguiente forma:

- 1- Red Mallada.
- 2- Red mellada limitada
- 3- Red en anillo abierto de operación radial

4- Red con alimentadores selectivos.

5- Red en derivación doble

6- Red en derivación múltiple.

Posteriormente, en este mismo capítulo, se describen las principales características de estas redes.

Las redes subterráneas se han visto afectadas por las innovaciones tecnológicas que se producen en el campo de la Ingeniería. Estos cambios han modificado desde los materiales y equipos, hasta las técnicas de diseño, operación y expansión de las Redes, provocando así que los técnicos relacionados con ellas, se mantengan en constante preparación para asimilar los cambios que se producen en este campo.

Cualquier Ingeniero Electricista que tiene la oportunidad de trabajar en este campo, inmediatamente advierte la importancia que presentan estas instalaciones y la invaluable experiencia profesional que adquiere al especializarse en esta área de su profesión.

1.2.- Red Mallada.

Esta red también se le conoce como Red Automática, debido a que dispone de un dispositivo automático de protección (pro



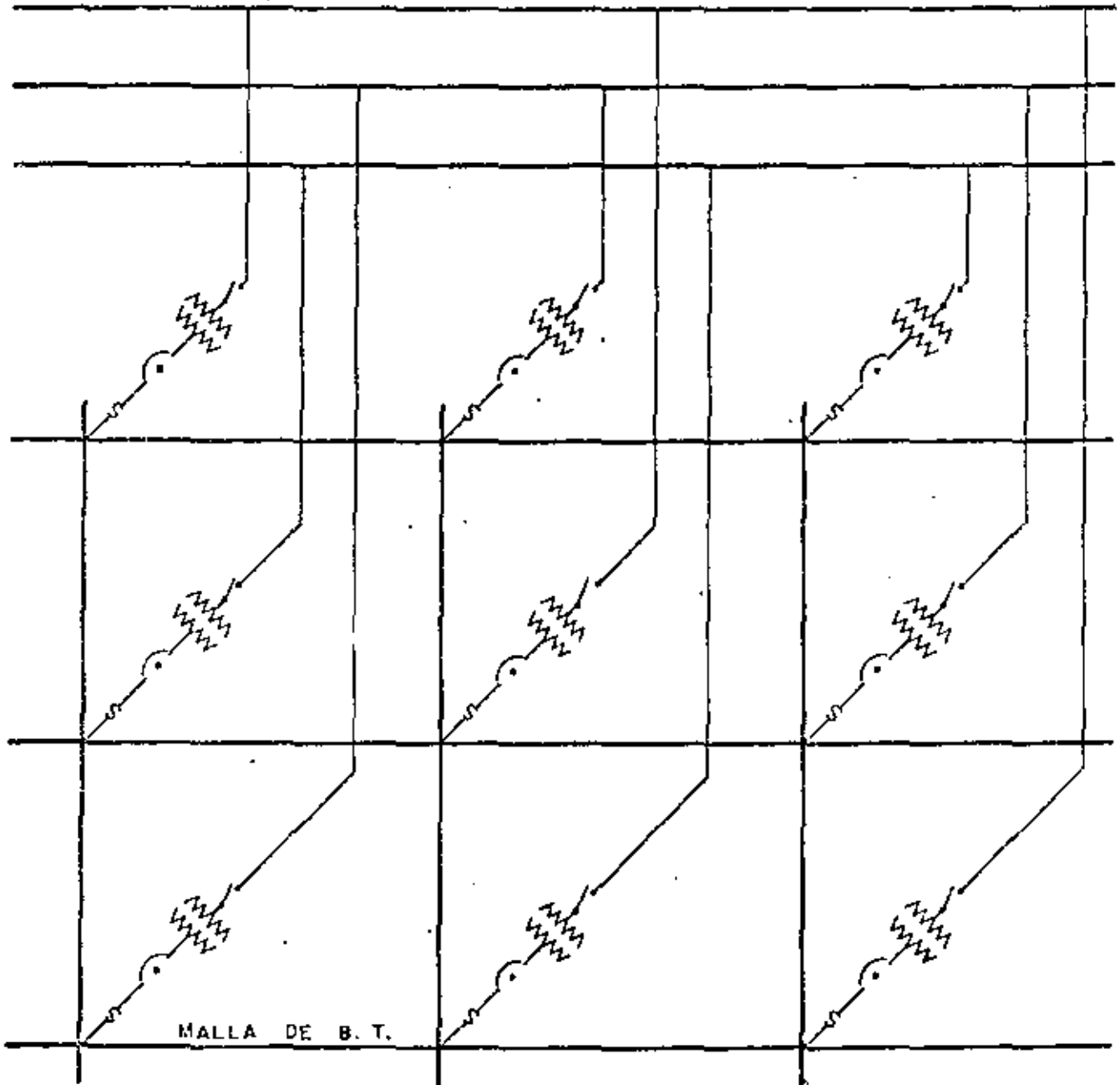
lector de red), empleado por la característica de diseño inherente para este tipo de redes. Esta red está constituida por cables troncales que salen de una fuente de alimentación (Subestación de potencia) y cables ramales que alimentan en forma alternada las subestaciones de distribución. Ver Figura No. 1.1.

Las derivaciones a las subestaciones de distribución se efectúan con elementos de derivación instalados en la troncal. En esta estructura no se realizan interconexiones entre las troncales de los diferentes alimentadores que forman la red de mediana tensión, ya que la red de baja tensión se construye sólidamente conectada.

La protección de cada alimentador la proporciona el interruptor localizado en la subestación de potencia y los protectores asociados a las subestaciones MT-BT. Estas subestaciones se conectan directamente a los alimentadores de mediana tensión sin ningún medio de protección.

En condiciones de falla en un alimentador de mediana tensión, al operar la protección en la subestación de potencia, todas las subestaciones MT-BT conectados a este alimentador quedan fuera de servicio, además los protectores

ALIMENTADORES M. T.



MALLA DE B. T.

SIMBOLOGIA



Transformador



Protector de Red



Cable B. T.

RED EN MALLA SOLIDAMENTE CONECTADA.

de red desconectan las subestaciones MT-BT del lado de B.T. Bajo esta situación los alimentadores y las subestaciones restantes alimentan la totalidad de la carga aprovechando la interconexión de los alimentadores de baja tensión.

Cuando ocurre una falla en la red de baja tensión, ésta es alimentada por todas las subestaciones MT-BT, provocándose una corriente de corto circuito suficiente para evaporar en ese lugar el conductor de cobre de los cables, trozándose el cable en una reducida longitud y en un corto tiempo, quedando así aislada la falla sin provocar interrupciones, a menos que la falla sea directamente en la acometida de un servicio.

Esta red es recomendable para zonas que requieren de una alta continuidad de servicio y cuya densidad de carga excede  $20 \text{ MVA/Km}^2$ . Su mayor aplicación es en zonas que presentan cargas con demandas uniformes que pueden ser alimentadas en baja tensión desde una red mallada sólidamente conectada o limitada.

### 1.3.- Red Mallada Limitada.

Esta es una variante de la red automática sólidamente conectada, en este tipo de red la eliminación de fallos se

realiza por la operación de fusibles de alta capacidad in-  
terruptiva (conocidos como limitadores). La Figura 1.2 -  
muestra de manera esquemática una red malleada limitada.

Desde el punto de vista de confiabilidad, la diferencia -  
fundamental entre la red malleada sólidamente conectada y  
la red malleada limitada, es que en el caso de la primera  
el nivel de continuidad desciende hasta los servicios y -  
en el segundo caso la continuidad sólo llega al nivel del  
cable. Es decir, en el caso de una falla que afecta un-  
cable secundario, cuando se trata de la primera red, los  
servicios conectados al cable no sufren interrupción y -  
en el caso de una red limitada, el tramo de cable afecta-  
do por la falla se desenergiza al fundirse los limitado-  
res conectados en los extremos del cable.

#### 1.4.- Red en anillo abierto.

Este tipo de red está constituida por cables subtrunciales  
dispuestos en forma de anillo, el anillo se puede alimen-  
tar desde una o más fuentes, mediante cables troncales.  
Dentro del anillo las subestaciones MT-BT, preferentemen-  
te se conectan en seccionamiento. Ver Figura 1.3.

Las redes en anillo operan normalmente abiertas en un pun

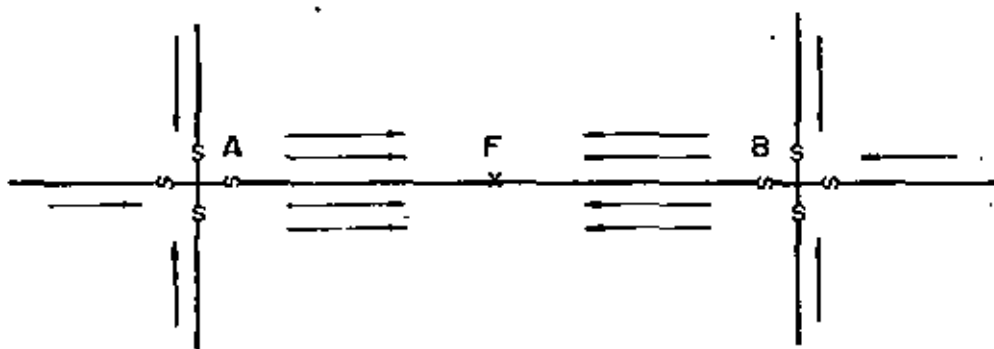
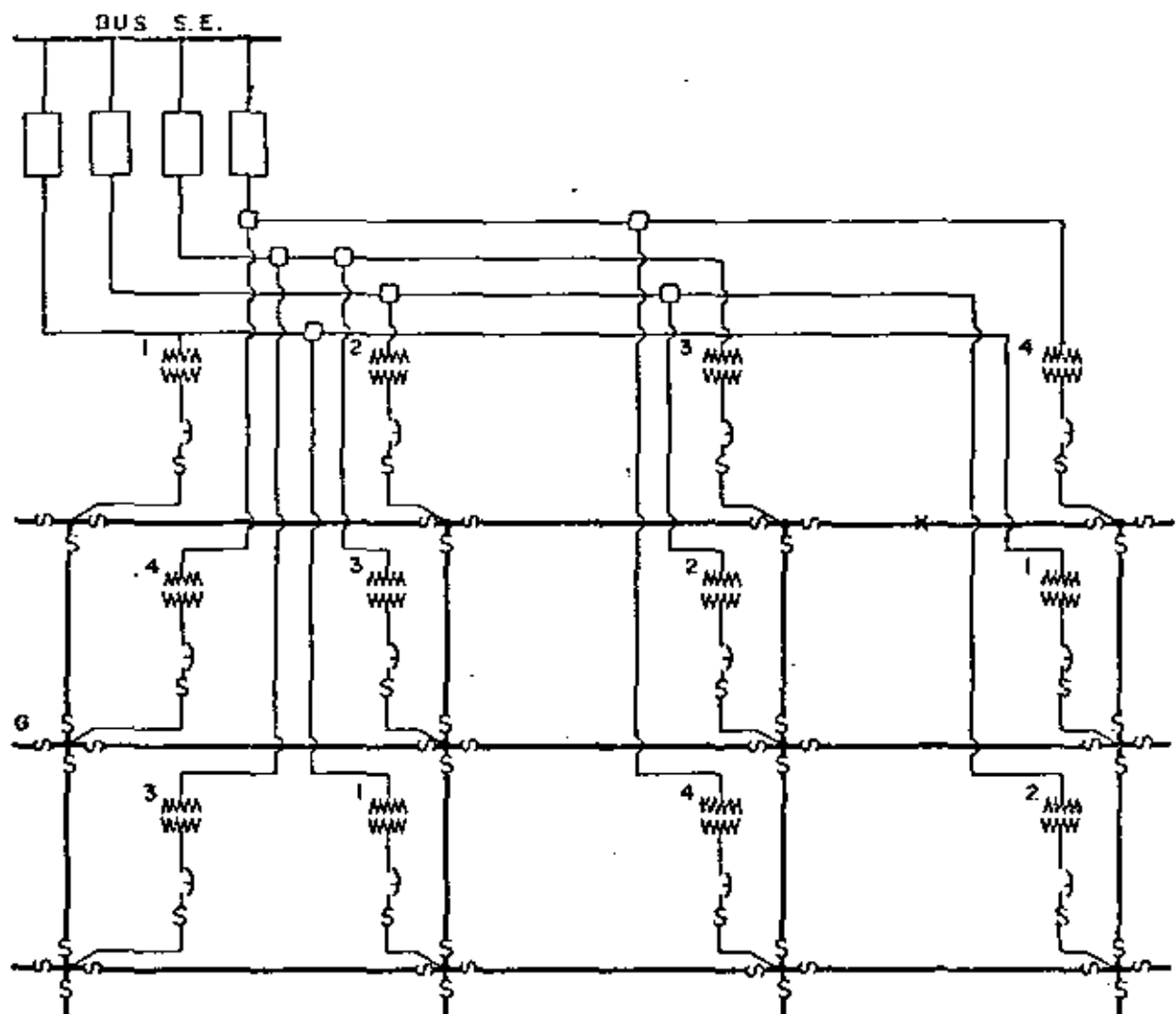


Fig. 1b. - Flujo de corriente a la falla en "F" y fusión de los limitadores en A y B

RED AUTOMATICA LIMITADA

C. L. F. C. FIG. N°1.2.

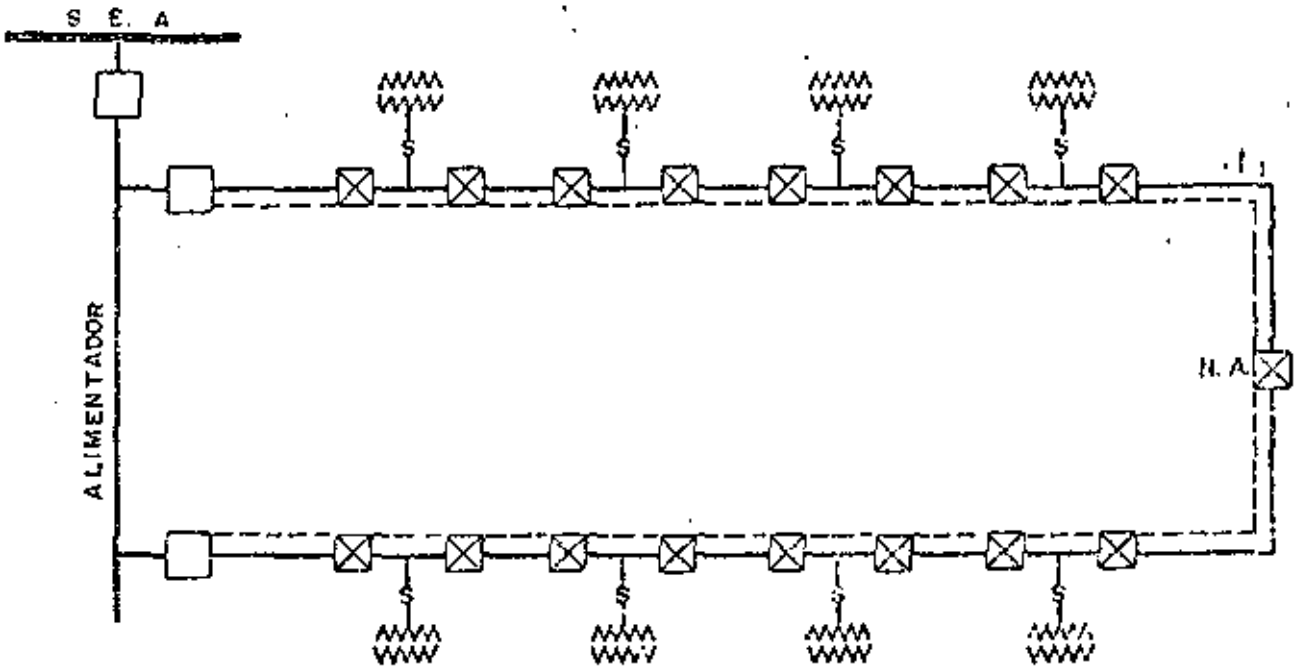


Fig. 2a.- Red en anillo con una fuente de alimentación

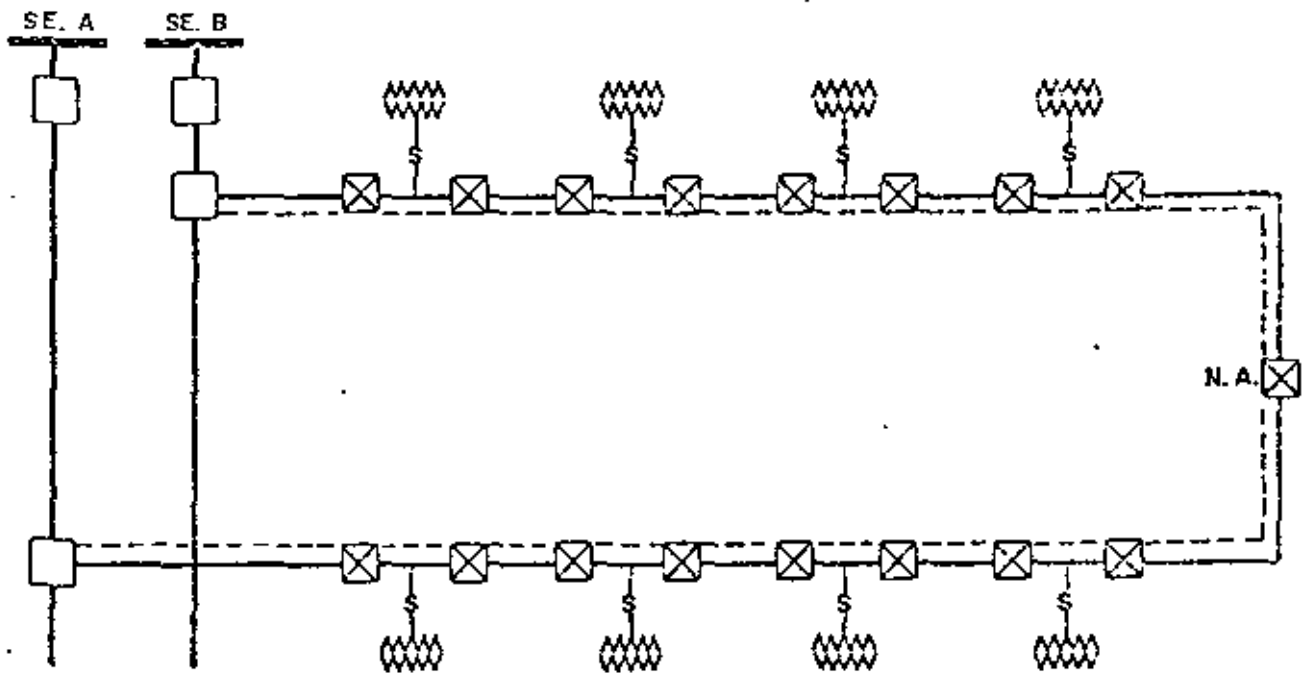


Fig. 2b.- Red en anillo con dos fuentes de alimentación

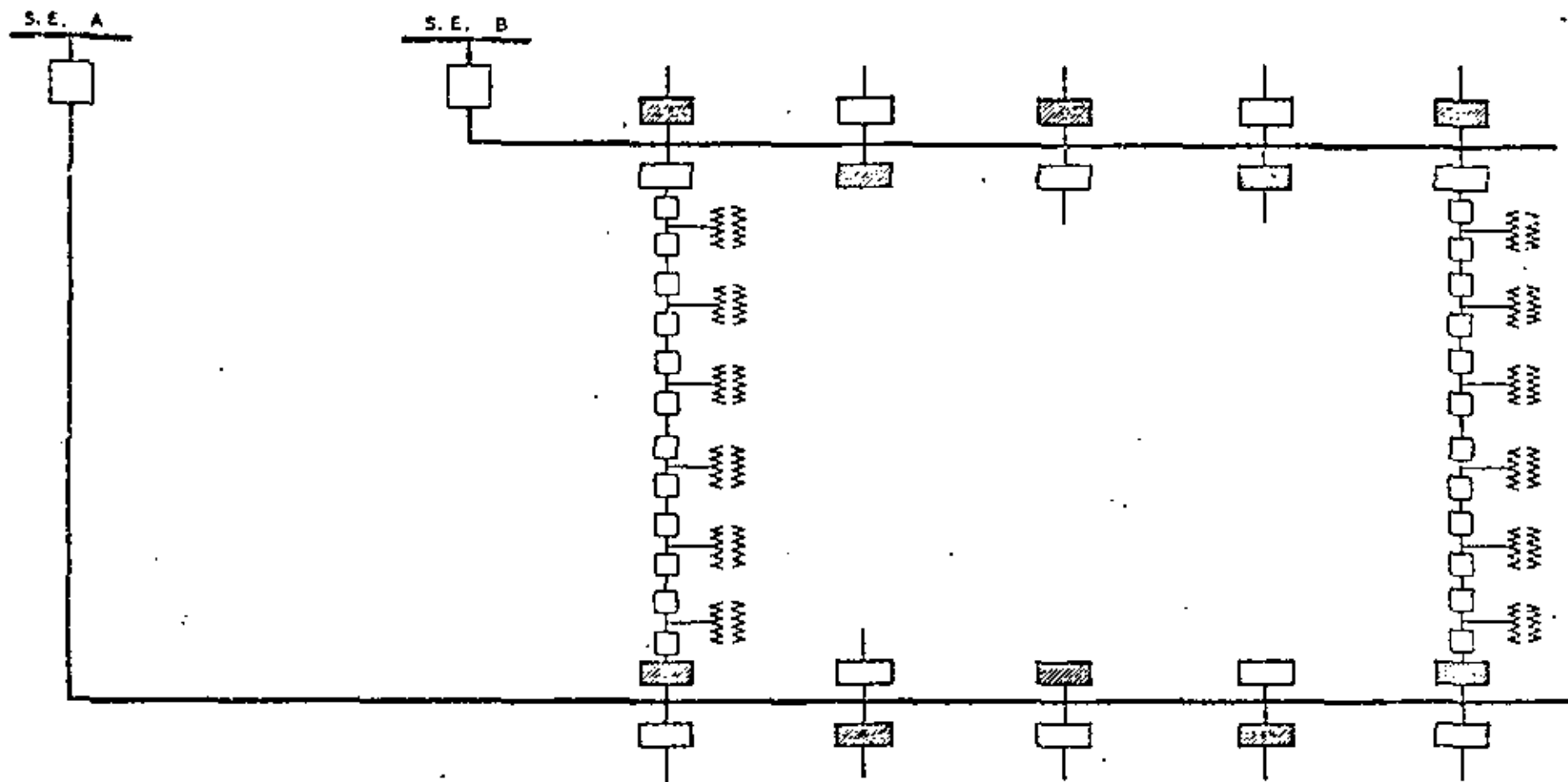
to, que generalmente es el punto medio, razón por la cual se les conoce como redes en anillo abierto. Al ocurrir una falla dentro de un anillo, se secciona el tramo fallado para proceder a la reparación, siguiendo una serie de maniobras con los elementos de desconexión instalados a lo largo de la subtruncaal.




Este tipo de red es ampliamente empleado en zonas en las que el aumento de la carga es nulo o muy pequeño, de tal forma que se pueda absorber fácilmente con la estructura inicial y no es necesario llevar a cabo trabajos para modificar la estructura de la red. Como ejemplos de estos casos se tiene las electrificaciones a conjuntos habitacionales con servicios bien planeados.

#### 1.5.- Red con alimentadores selectivos.

Esta red se constituye por cables troncales que llegan hasta la zona por alimentar y cables ramales de menor sección, que van de una troncal a otra enlazándoles siguiendo el principio de la doble alimentación. Las subestaciones MT-BT se reparten entre parejas de alimentadores quedando conectadas en seccionamiento. Ver figura 1.4.

La protección de esta red consiste de: interruptores instalados en la subestación de potencia a la salida de cada ali



-  INTERRUPTOR CERRADO NORMALMENTE
-  INTERRUPTOR ABIERTO NORMALMENTE
-  INTERRUPTOR MANUAL

RED CON ALIMENTADORES SELECTIVOS	
C. L. F. C.	FIG. No.1.4



mentador y cortacircuitos fusible para proteger las subestaciones MT-BT. También es posible dotar de interruptores en los puntos de derivación de las subtroncales, aún cuando su aplicación debe estar respaldada por un estudio técnico-económico que los justifique.

En condiciones normales de operación, las subestaciones MT-BT son alimentadas de las subtroncales con un punto normalmente abierto en la subtroncal. Cuando ocurre una falla en la subtroncal o en la troncal, los dispositivos de seccionamiento permiten efectuar los movimientos de carga, transfiriendo las subestaciones MT/BT al alimentador adyacente.

Esta red se recomienda para zonas donde las construcciones existentes están siendo substituidas por edificaciones que representan fuertes concentraciones de carga y requieren de un alto grado de confiabilidad.

#### 1.6.- Red en derivación doble.

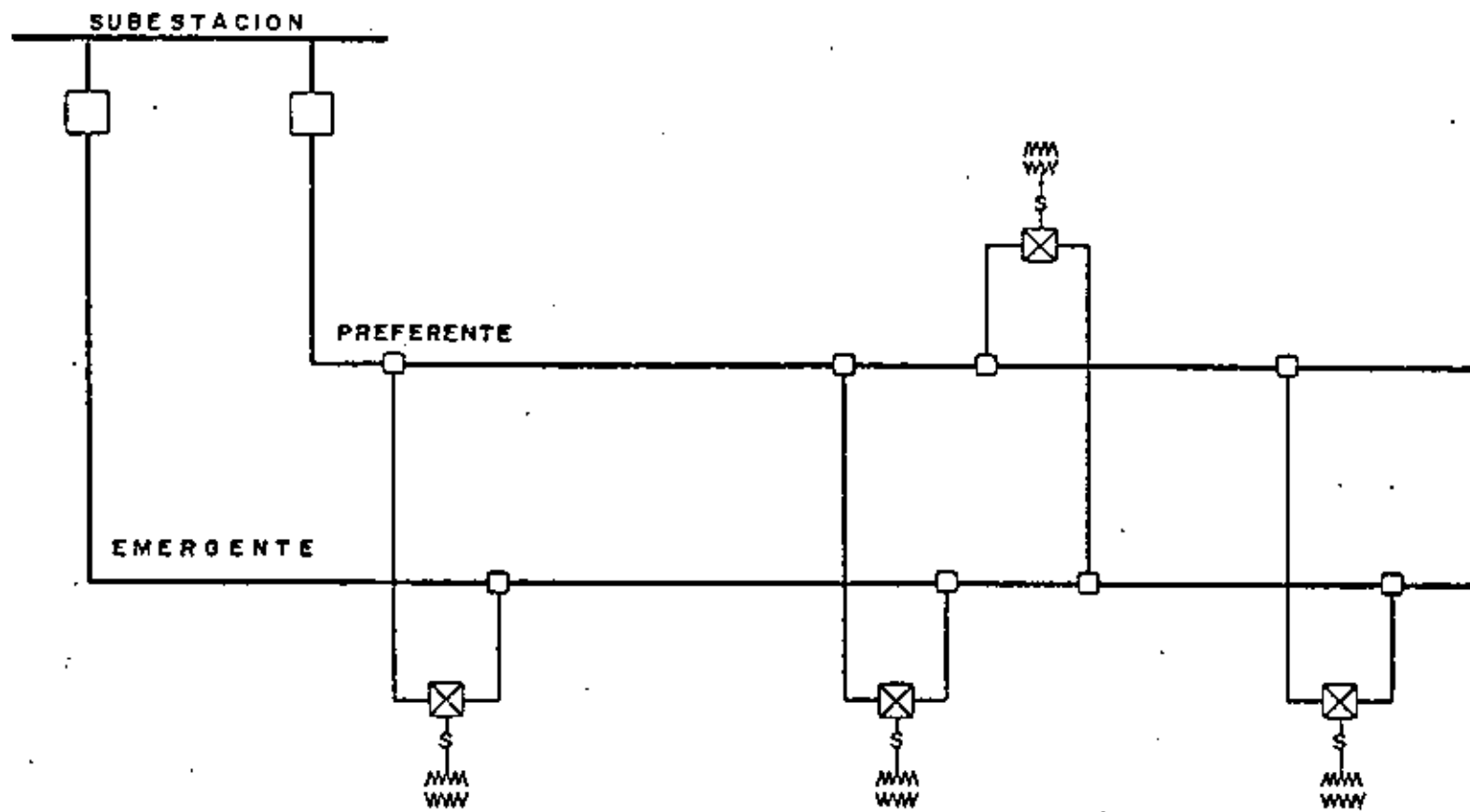
En esta red la disposición de los cables troncales se hace por pares, instalándose en forma paralela a lo largo de la carga. Las troncales son de sección constante y de menor calibre las derivaciones, que en general vienen a constituir las acometidas.

Cada una de las troncales es la encargada de llevar la energía desde una fuente de alimentación hasta los servicios. La alimentación a los servicios se realiza por acometidas dobles las que llegan generalmente a un dispositivo de transferencia automática de donde se deriva la alimentación a las instalaciones del cliente. Ver figura - 1.5.

La protección a las troncales se realiza por medio de interruptores localizados en la subestación de potencia al principio de cada alimentador, la protección a los ramales por medio de corta-circuitos fusibles.

La operación se puede efectuar en dos formas diferentes: Primero, haciendo trabajar el circuito emergente sin carga y la segunda es haciéndolo trabajar con la mitad de la carga. La primera tiene la desventaja que mientras un circuito trabaja al mínimo (pues solamente está energizado) el otro está trabajando al máximo de su capacidad, mientras que en la segunda opción los dos circuitos trabajan en iguales condiciones.

Dentro de las normas de diseño que caracterizan a este tipo de redes, se tienen las dos siguientes, que son muy importantes:



⊠ — INTERRUPTORES DE TRANSFERENCIA DE  
OPERACION MANUAL O AUTOMATICA

RED EN DOBLE DERIVACION	
C. L. F. C.	FIG. N° 1.5

1.- El equipo de transferencia debe tener un mecanismo que impida la puesta en paralelo de los dos alimentadores.

2.- Para obtener una mejor confiabilidad de servicio, es conveniente instalar los circuitos en rutas diferentes.

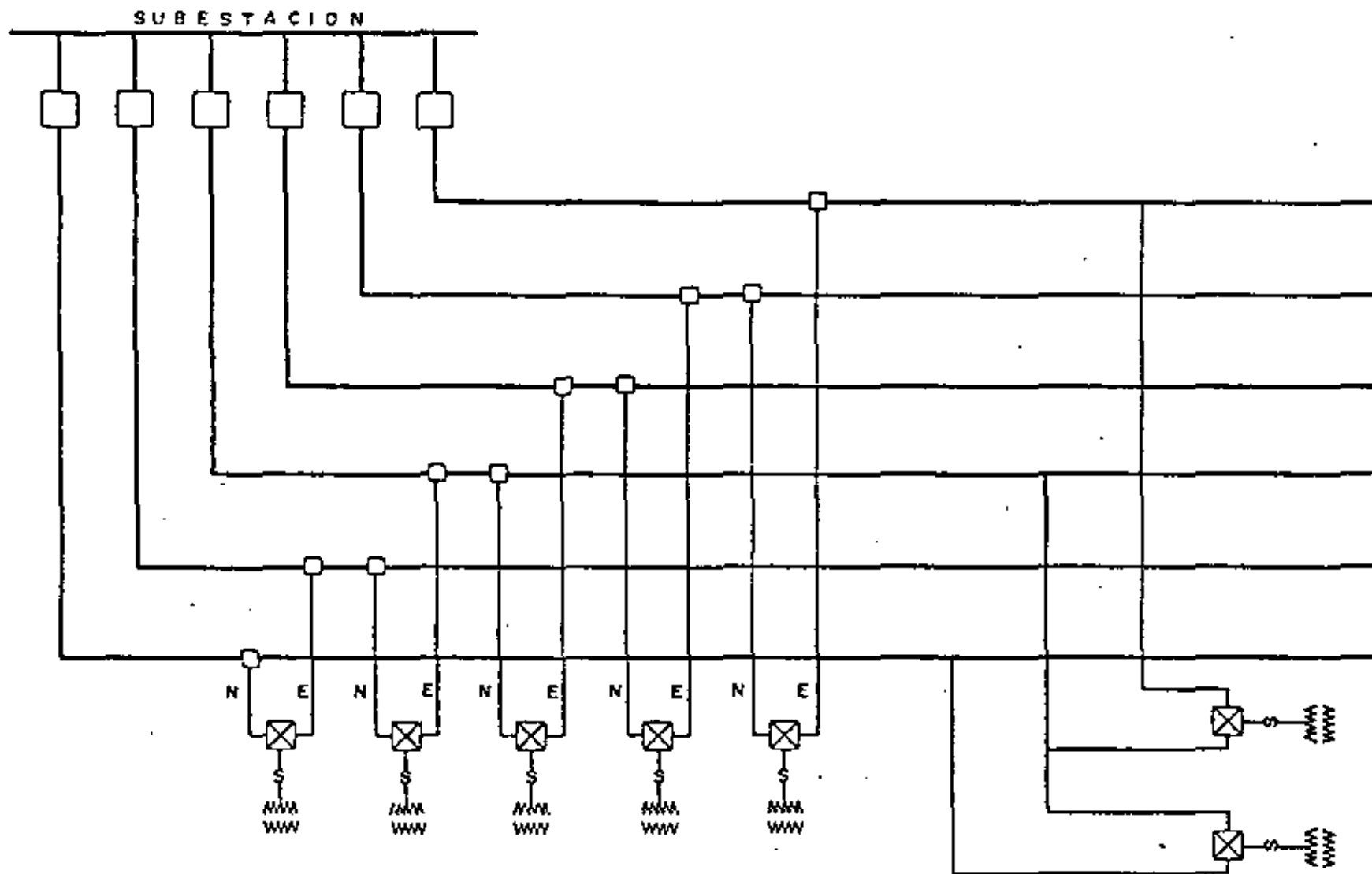
La implantación de esta red se recomienda para zonas turísticas y comerciales de configuración extendida, donde existan grandes concentraciones de carga que tienen necesidad de asegurar una elevada continuidad.

#### 1.7 Red en Derivación Múltiple.

Esta red se constituye por un número determinado de alimentadores que contribuyen simultáneamente a la alimentación de la carga. En realidad estas redes son una extensión de las redes en derivación doble, ya que siguen el mismo principio, solamente que este tipo de red permite alimentar una área mayor, debido al mayor número de alimentadores.

Esta red se debe diseñar dejando un margen de capacidad de reserva en los alimentadores de mediana tensión, de tal manera que al quedar fuera de servicio uno de ellos, la carga se reparte a los restantes, por medio de la transferencia automática. Ver figura 1.6.

Estas redes tienen aplicación en zonas que presentan cargas concentradas muy fuertes, en las que es necesario pro-



N - ALIMENTACION NORMAL  
 E - ALIMENTACION EMERGENTE  
 ☒ - INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA

RED EN DERIVACION MULTIPLE	
C. L. F. C.	FIG. N°1.6

porcionar una alta continuidad a los servicios, tienen —  
↓ además la ventaja que permiten alimentar servicios en me- ↓  
diana tensión y en baja tensión simultáneamente.

## 2.- ALIMENTACION AL SERVICIO DEL CLIENTE.

### 2.1.- Generalidades.

La alimentación al servicio del cliente, es el punto de conexión entre el sistema de distribución de la Compañía suministradora y la red de distribución del cliente. La manera en que se realiza la alimentación a un cliente, está íntimamente ligada con el tipo de red instalado en la zona, la tensión de alimentación al cliente y la magnitud y tipo de carga solicitada. Todo esto influenciado por el equilibrio que existe entre la inversión necesaria para llevar a cabo estas instalaciones y los beneficios futuros que se tengan, factores que marcan la pauta a seguir para tomar la decisión final.

Uno de los mayores objetivos que se persiguen al dar un servicio, es proporcionar la mayor continuidad de suministro al cliente, esto es función de varios factores:

- 1.- Confiabilidad del sistema de Potencia y del Sistema de Distribución de la Compañía Suministradora.
- 2.- Tipo de alimentación al cliente.
- 3.- Instalaciones de emergencia.

Razón por la que la continuidad de servicio es el resultado de la planeación que realizan las empresas de suministro de energía y las previsiones que toma el mismo cliente.

En este capítulo se describen las diferentes técnicas que se siguen al proporcionar el suministro de energía eléctrica a los consumidores y las características más sobresalientes a cada una de ellas.

#### 2.2.- Acometida sencilla.

Esta forma de alimentación es la más simple y empleada debido a su sencillez y costo. Se puede realizar en Baja o Mediana Tensión de acuerdo con las necesidades del cliente; la gran mayoría de las acometidas que realizan las Compañías suministradoras, son de este tipo. Cuando las cargas requieren de una mayor continuidad de servicio, es práctica común proporcionar acometida doble al servicio.

#### 2.3.- Acometida doble.

Esta forma de alimentación, generalmente, se proporciona en mediana tensión a aquellos clientes cuyo suministro de energía requieren de un mayor grado de confiabilidad. El tipo de Redes Subterráneas más adecuadas, por su diseño, para proporcionar esta alimentación son las Redes de Derivación Doble y en Derivación Múltiple, en éstas la acometida



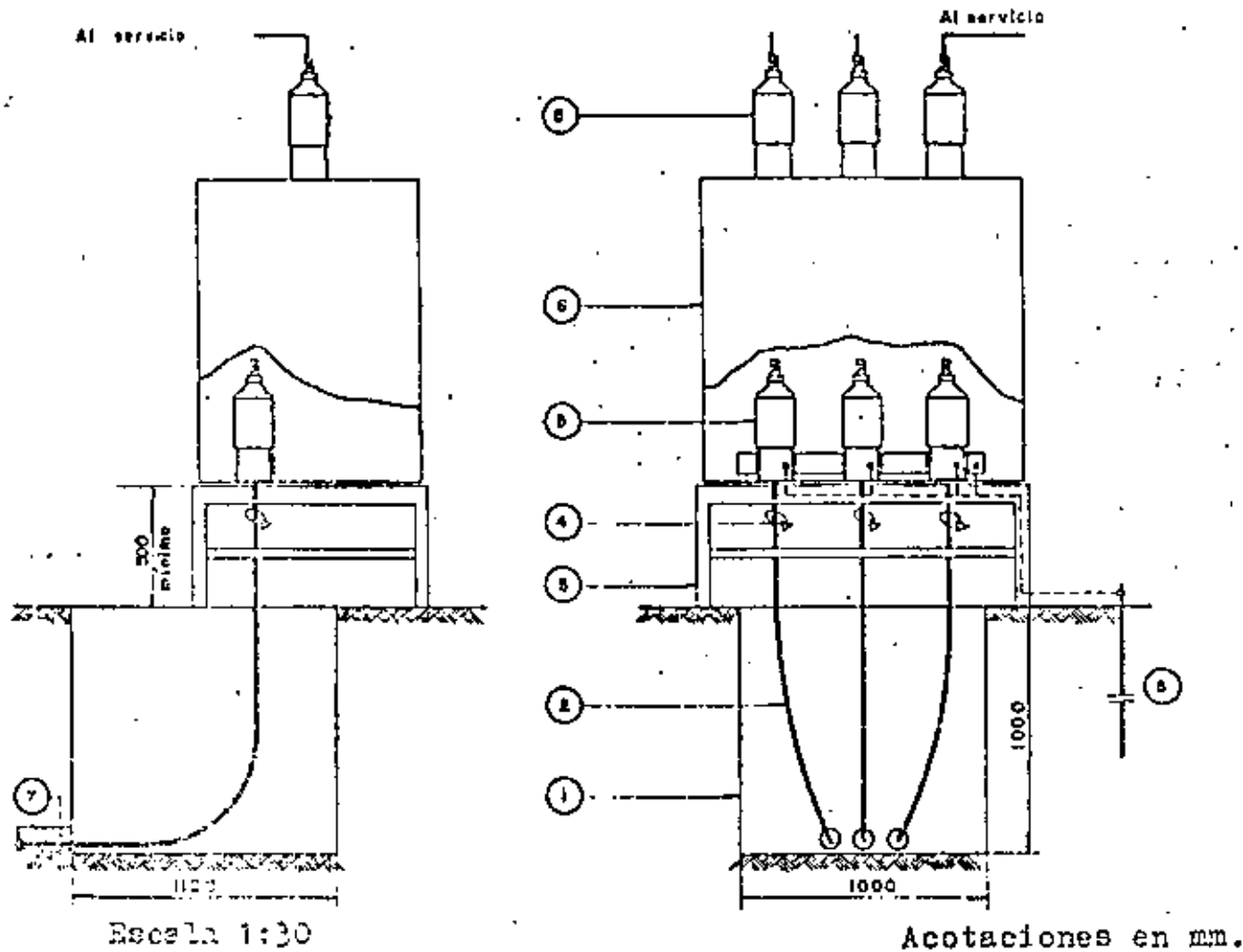
lida converge a un dispositivo de transferencia automática para realizar el cambio de alimentación ante fallas - del alimentador preferente. Cuando se trata de Redes - Aéreas, la doble acometida se realiza desde dos alimentadores diferentes, en los que los circuitos de la acometida, al igual que en las redes subterráneas, convergen a un interruptor de transferencia automática.

Los interruptores de transferencia automática empleados son los del tipo en aceite, aún cuando actualmente los - interruptores en vacío ganan más aceptación por su menor volumen y facilidad de instalación. Esta aceptación se verá más favorecida en la medida que su costo se acerque más a los del tipo en aceite.

#### 2.4.- Medición de energía.

La medición de energía eléctrica es la última operación - que realiza la Compañía suministradora del servicio, an - tes de hacer la entrega de la energía al cliente. Esta - se realiza en las instalaciones del cliente y requiere de un espacio para instalar el equipo de medición.

El equipo de medición se puede reducir a un conjunto de - wathorímetros o a un equipo diseñado para efectuar medi - ciones en alta tensión, esto depende de la magnitud de la



DS

MATERIAL:

Ref.	Nombre	Norma
1	Registro de 110 x 100 x 100 cm.	
2	Cable de mediana tensión.	
3	Estructura para soportar equipo de medición.	
4	Placa identificación del cable MT.	
5	Terminal MT	
6	Equipo de medición MT.	
7	Ductos de asbesto cemento de 76.2 mm. de diámetro.	
8	Electrodo de tierra. (copperweld de 15.9x3048 mm.).	

APLICACION:

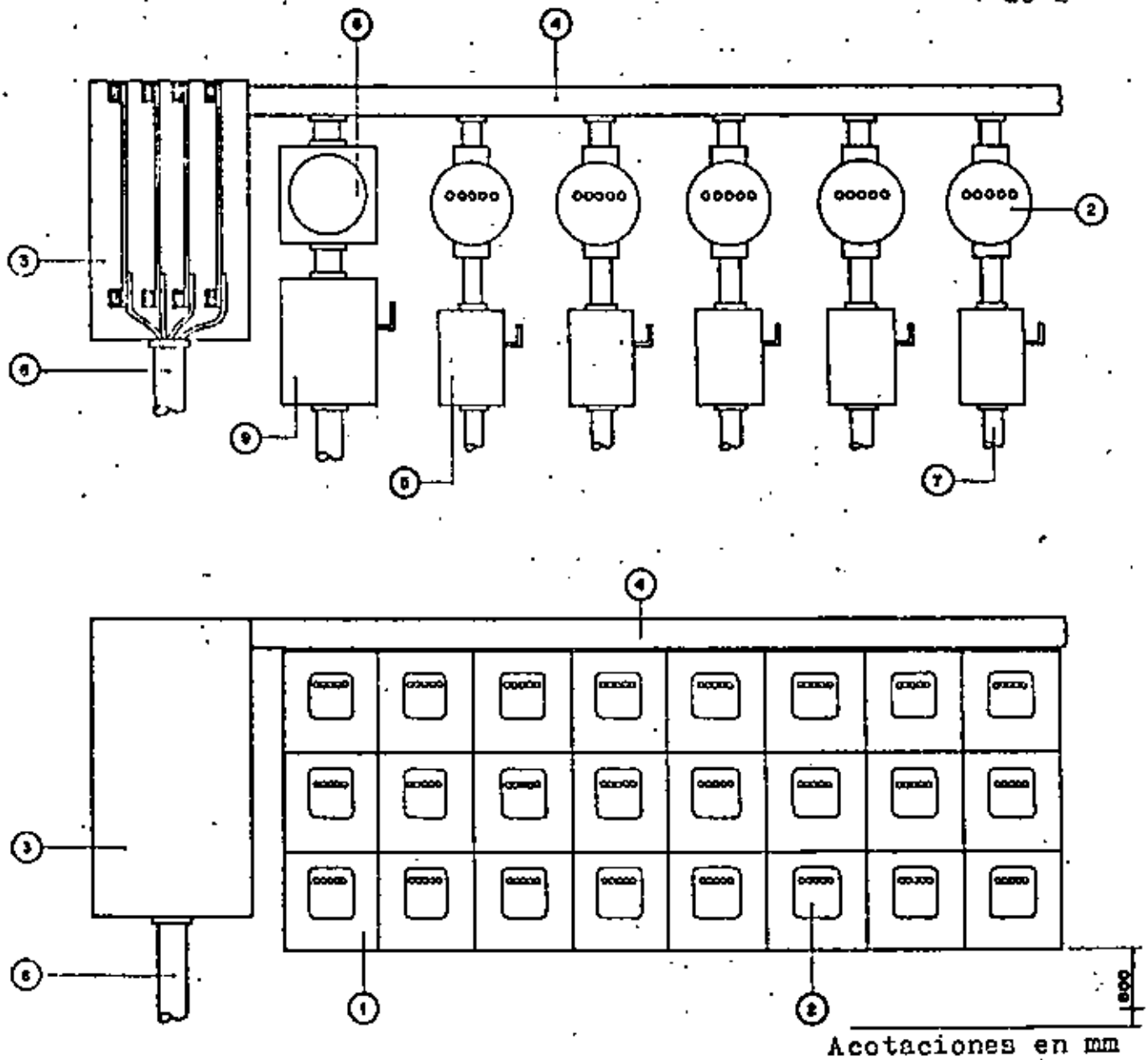
Alimentar en Mediana Tensión subestación particular.

CLAVE DEL NOMBRE:

MT = Mediana Tensión.  
EM = Equipo de Medición.

FIGURA N° 2.1

1 de 2



DS

MATERIAL: (Ver 2 de 2)

APLICACION:

Medición de servicios concentrados monofásicos y/o trifásicos en zonas de Distribución Residencial o Comercial Subterránea.

CLAVE DEL NOMBRE:

1 = Opción No. 1

FIGURA N° 2.2

CONCENTRACION DE MEDIDORES - I

NORMAS

24

MATERIAL:

2 de 2

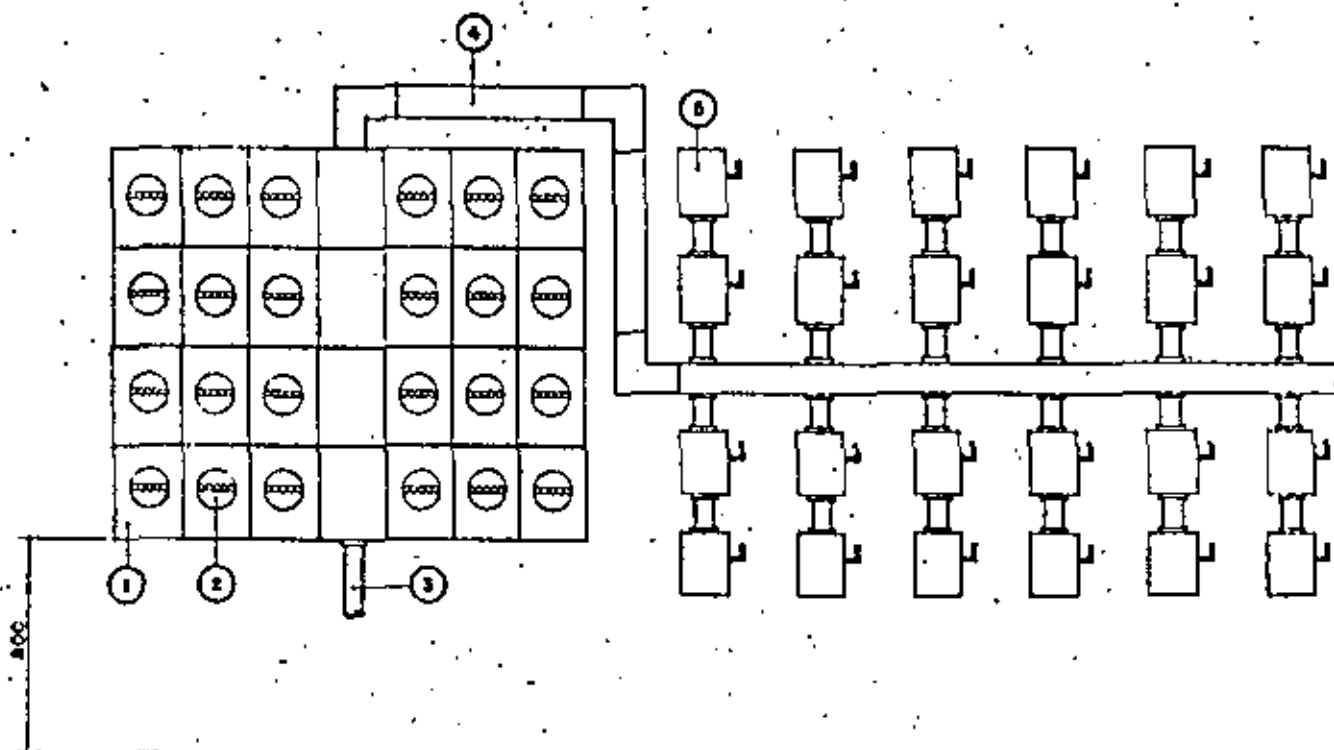
Ref.	Nombre	Norma
1	Base para wathorímetro.	
2	Wathorímetro monofásico.	
3	Gabinete conteniendo barras de cobre.	
4	Electroducto de lámina.	
5	Interruptor de fusibles.	
6	Ducto para acometida a la concentración.	
7	Ducto de alimentación al consumidor.	
8	Wathorímetro polifásico.	
9	Interruptor tripolar.	

DS

FIGURA N° 2.2  
(CONTINUACION)

# CONCENTRACION DE MEDIDORES - 2

NORMAS



DS

Acotaciones en mm.

### MATERIAL:

Ref.	Nombre	Norma
1	Base para Watthorímetro.	
2	Watthorímetro monofásico	
3	Ducto para acometida a la concentración.	
4	Electroducto de lámina.	
5	Interruptor con fusibles.	

### APLICACION:

Alimentar servicios concentrados, monofásicos y/o trifásicos, en zonas de Distribución Residencial o Comercial Subterránea.

### CLAVE DEL NOMBRE:

2 = Opción No. 2.

FIGURA N° 2.3

carga y de la tensión de entrega de la energía. En las figuras 2.1, 2.2 y 2.3 se muestran ejemplos de acometidas y mediciones a diferentes tipos de servicios.

#### 2.5.- Locales para subestaciones en interior de edificios.

Cuando es necesario instalar una subestación en interior de edificios, el local proporcionado por el cliente debe ser lo suficientemente amplio, de tal forma que la construcción y operación de la subestación se realice sin problemas de espacio, además que las vías de acceso permitan el libre paso de equipo eléctrico, para operaciones de mantenimiento y reemplazo del equipo.

El local debe ser construido con materiales resistentes e incombustibles, exento de humedad y protegido contra filtraciones de líquido, con la ventilación adecuada, siendo necesario que el local sea construido a prueba de explosiones. Los muros del local deben ser de un espesor tal que permita fijar las estructuras y accesorios que soporten el equipo y cables de energía. Las mismas condiciones debe llenar los techos. Por lo que se refiere a los pisos, éstos deben de ser capaces de soportar el peso del equipo eléctrico. Estas y otras consideraciones se deben de tomar en cuenta al proyectar las subestaciones en interior de edificios.

En las figuras 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8 y 2.9 se muestran al-

# SEI-RAD 23 BT- 2x750 S2P

NORMAS Ly F

## DISTRIBUCION DE EQUIPO

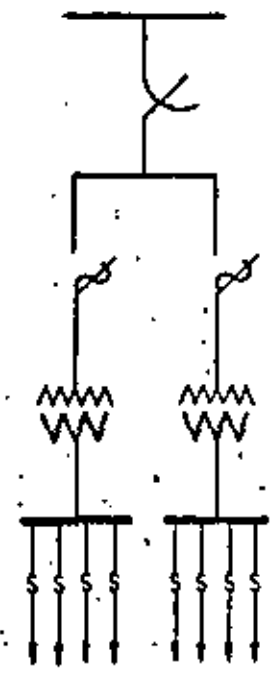
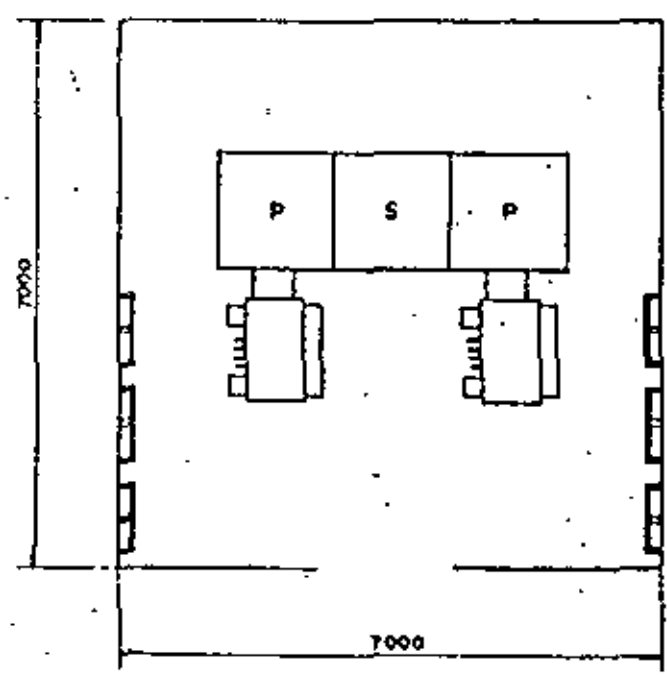
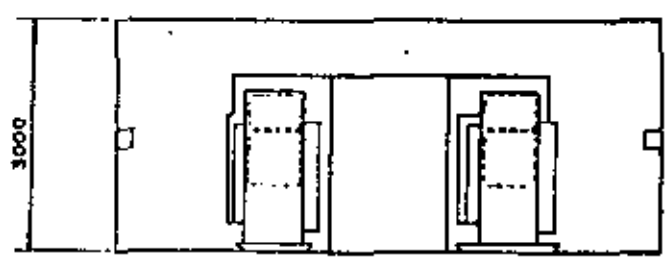


DIAGRAMA UNIFILAR



Esc. 1:100

Acotaciones en mm.

**APLICACION :** En el interior de edificios, localizados en zonas de red aérea o subterránea de tipo radial, con derivación simple a seccionador y protecciones individuales en gabinete, para transformadores sin seccionadores acoplados, alimentará servicios en B.T. del propio edificio y exteriores.

FIGURA 2.4

# SEI-RAD-23 BT - 1x750 TRANSFE

NORMAS L y F

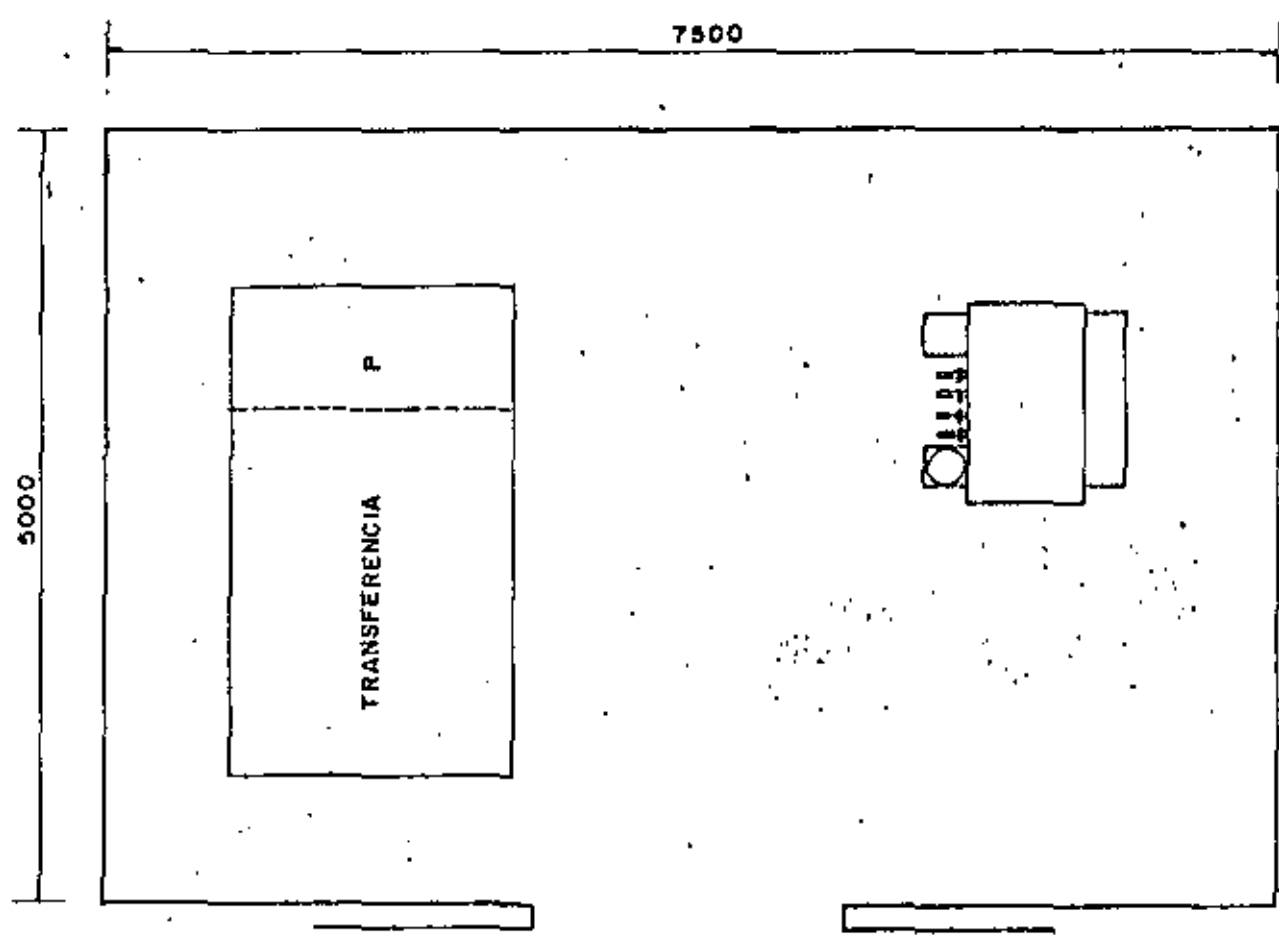


DIAGRAMA UNIFILAR

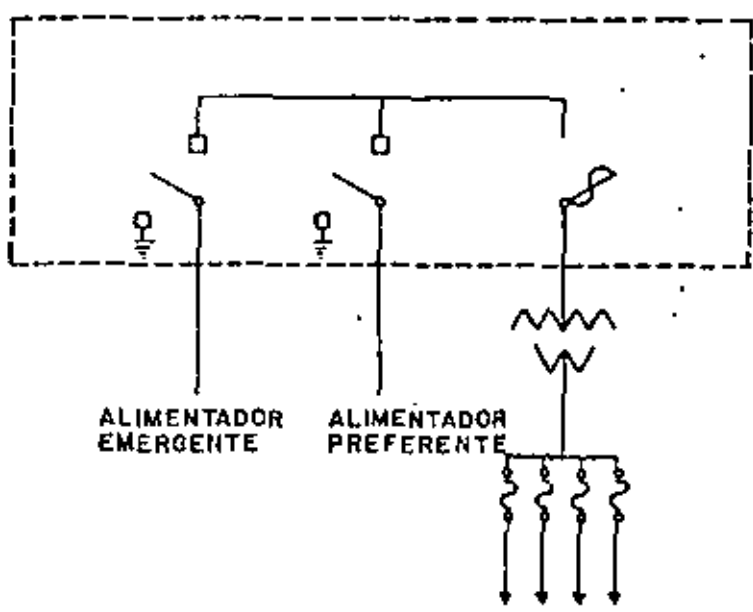


FIGURA 2.5



# SEI-AUT-23BT 2x500, 2x750-A

NORMAS LyF

1 DE 2

## DISTRIBUCION DE EQUIPO

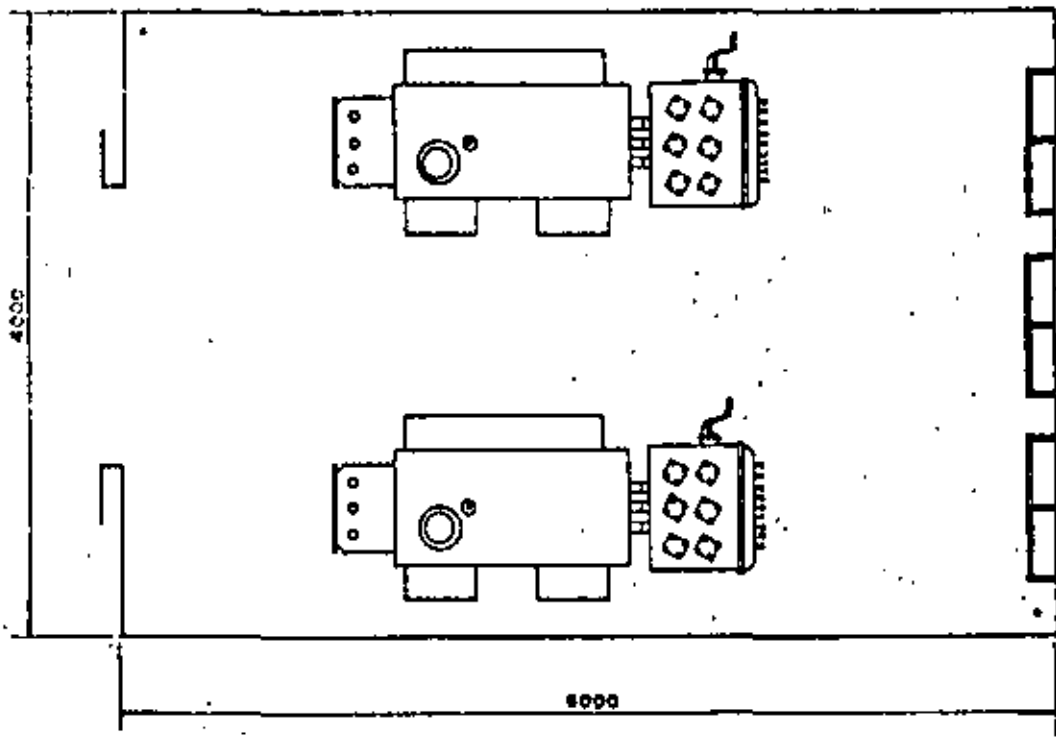
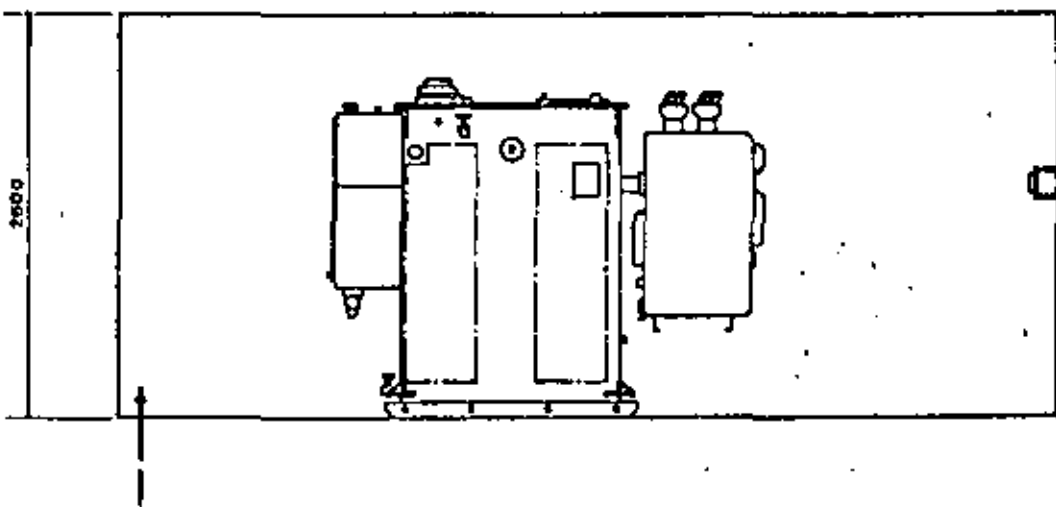


DIAGRAMA UNIFILAR



Esc. 1:50

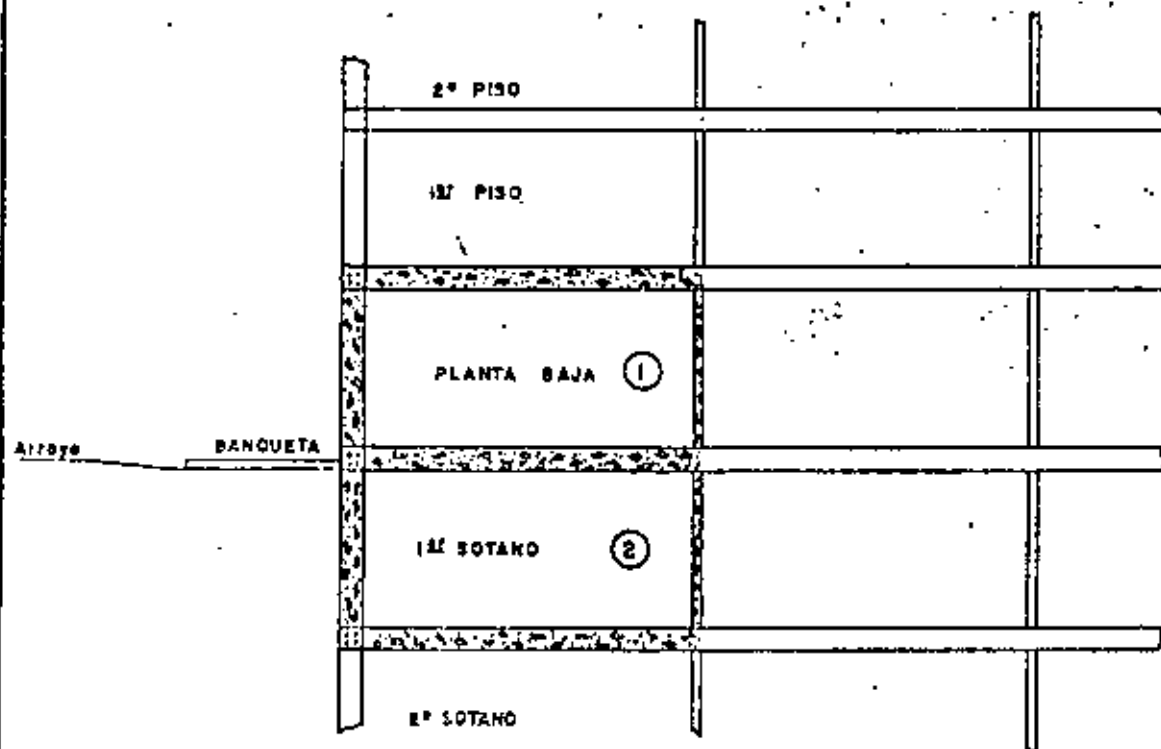
Anotaciones en mm.

**APLICACION:** En el interior de edificios, localizados en zonas de red subterránea automática, en derivación simple a transformadores con seccionador y protector acoplados, permite alimentar servicios en B.T. del propio edificio y exteriores.

FIGURA 2.6

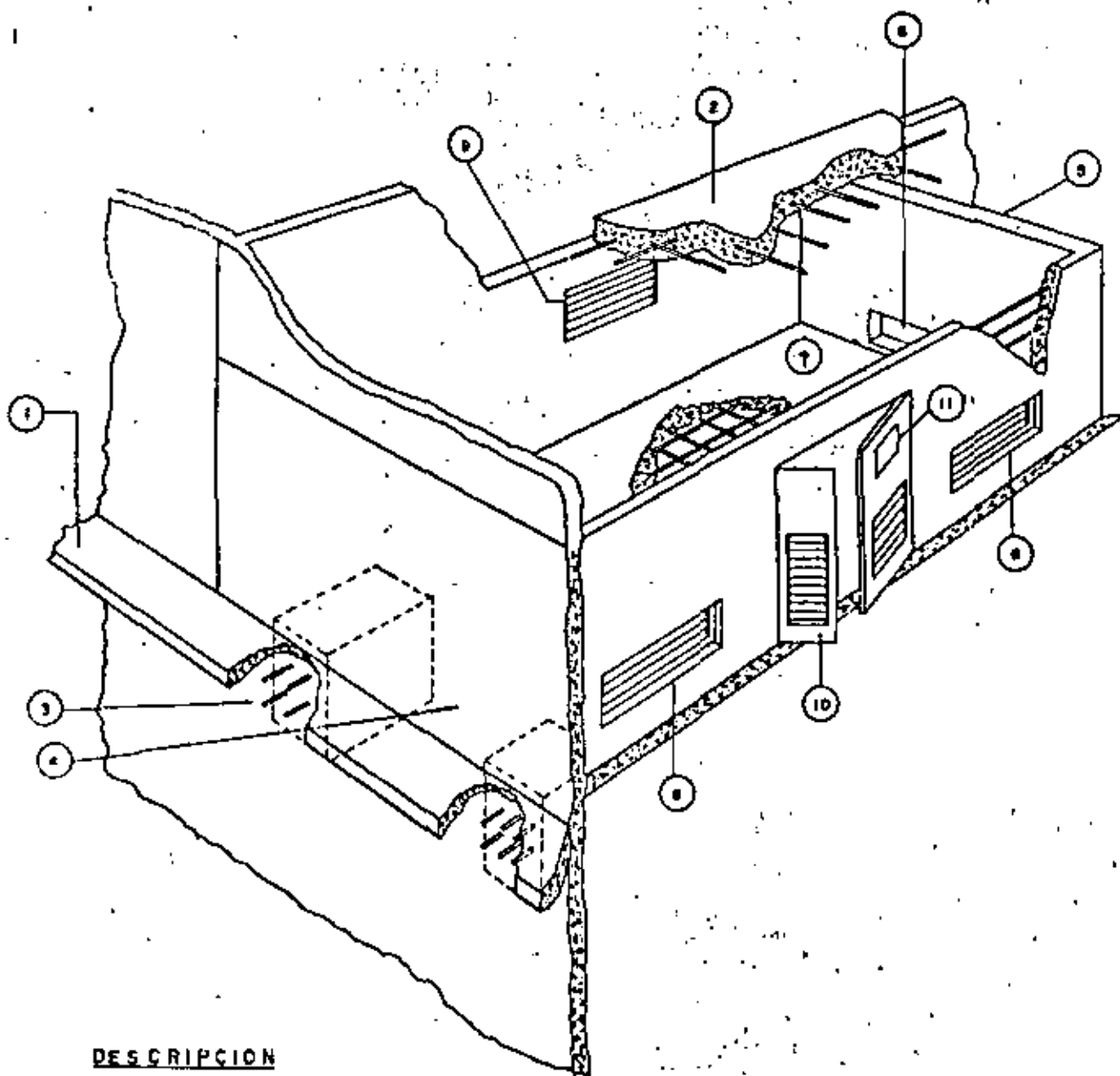
UBICACION DEL LOCAL DE LA SUBESTACION  
DENTRO DEL EDIFICIO

NORMAS Ly F



- 1.- ALTERNATIVA 1, LOCALIZACION EN LA PLANTA BAJA DEL EDIFICIO Y COLINDANTE CON EL PARAMENTO EXTERIOR.
- 2.- ALTERNATIVA 2 LOCALIZACION EN EL 1º SOTANO DEL EDIFICIO Y COLINDANTE CON EL PARAMENTO EXTERIOR.

FIGURA 2.7



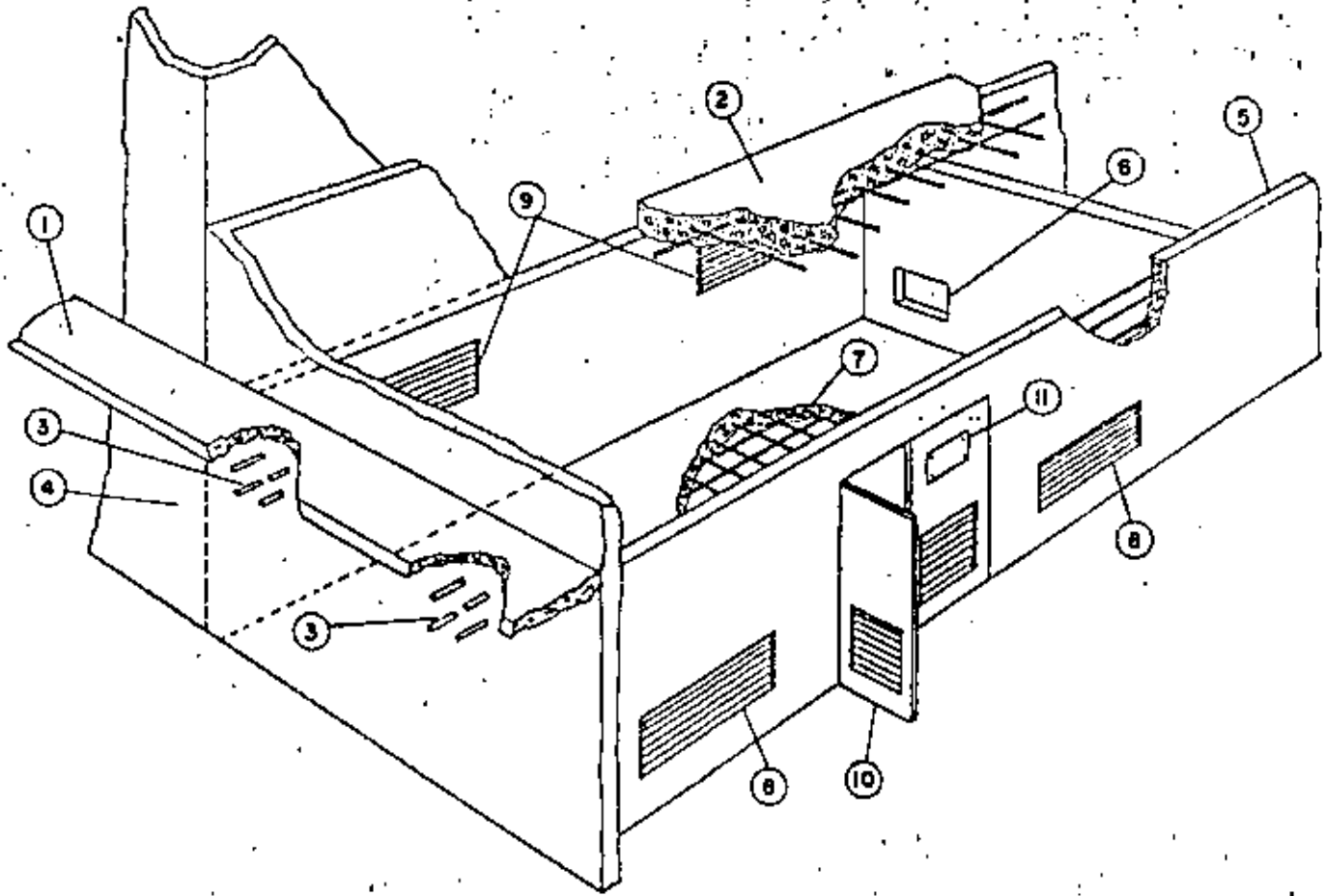
**DESCRIPCION**

- 1 BANQUETA
- 2 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO
- 3 DUCTOS
- 4 MURO DEL PARAMENTO EXTERIOR
- 5 MUROS DE CONCRETO ARMADO
- 6 VENTANA DE PASO
- 7 LOSA INFERIOR DE CONCRETO ARMADO
- 8 VENTANA INFERIOR
- 9 VENTANA SUPERIOR
- 10 PUERTA DE ACCESO AL LOCAL
- 11 PLACA CON LEYENDA (PELIGRO Ly F)

FIGURA 2.8

# ALTERNATIVA 2 LOCAL EN INTERIOR

NORMAS Ly F



### DESCRIPCION

- 1 BANQUETA
- 2 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO
- 3 DUCTOS
- 4 MURO DEL PARAMENTO EXTERIOR
- 5 MUROS DE CONCRETO ARMADO
- 6 VENTANA DE PABO
- 7 LOSA INFERIOR DE CONCRETO ARMADO
- 8 VENTANA INFERIOR
- 9 VENTANA SUPERIOR
- 10 PUERTA DE ACCESO AL LOCAL
- 11 PLACA CON LEYENDA (PELIGRO Ly F)

FIGURA 2.9

gunos locales normalizados de acuerdo con diferentes dise-

ños de las subestaciones en interior.





centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam

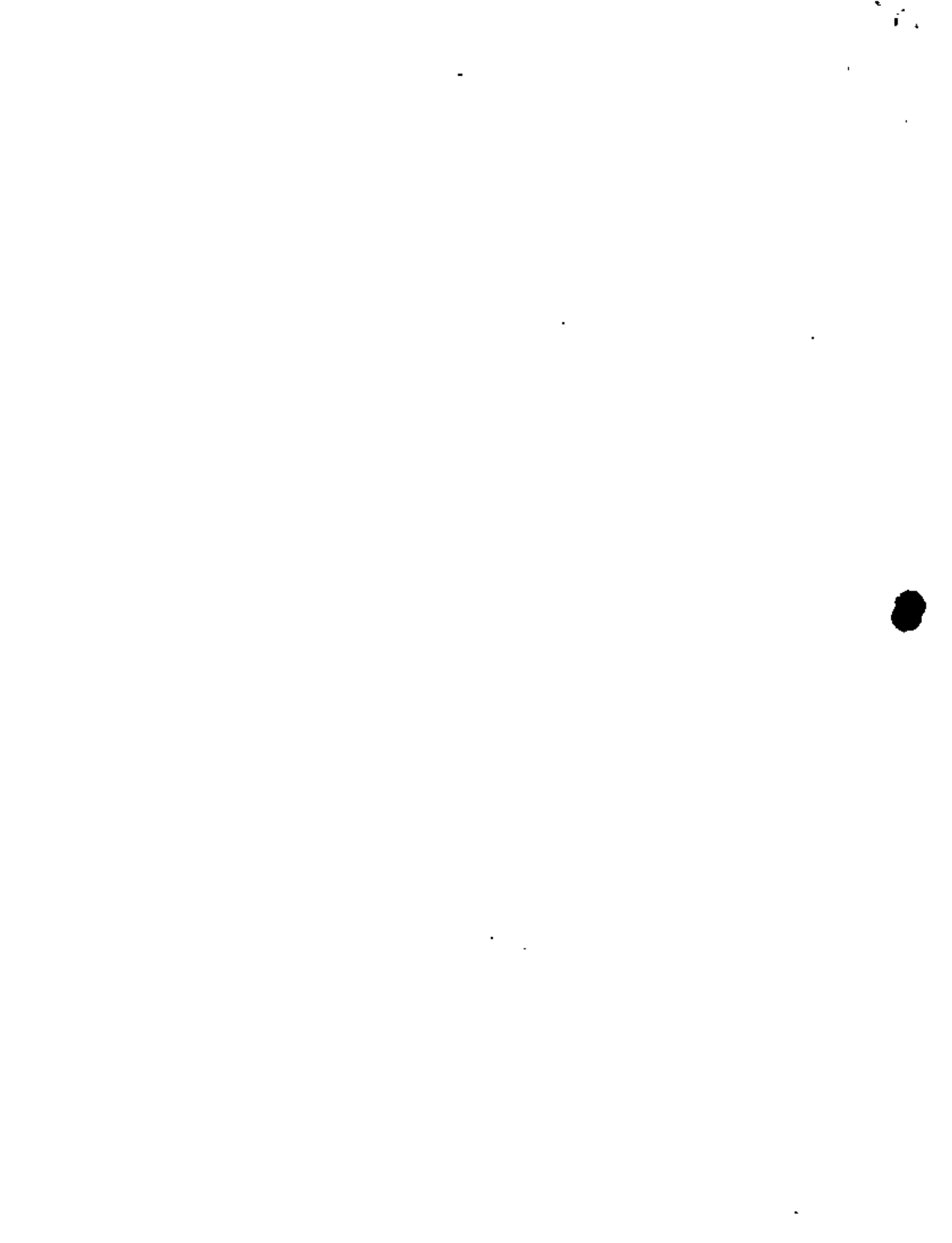


## INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

### MEDIOS DE PROTECCION

ING. CARLOS MARTÍNEZ CALDERÓN

OCTUBRE, 1980





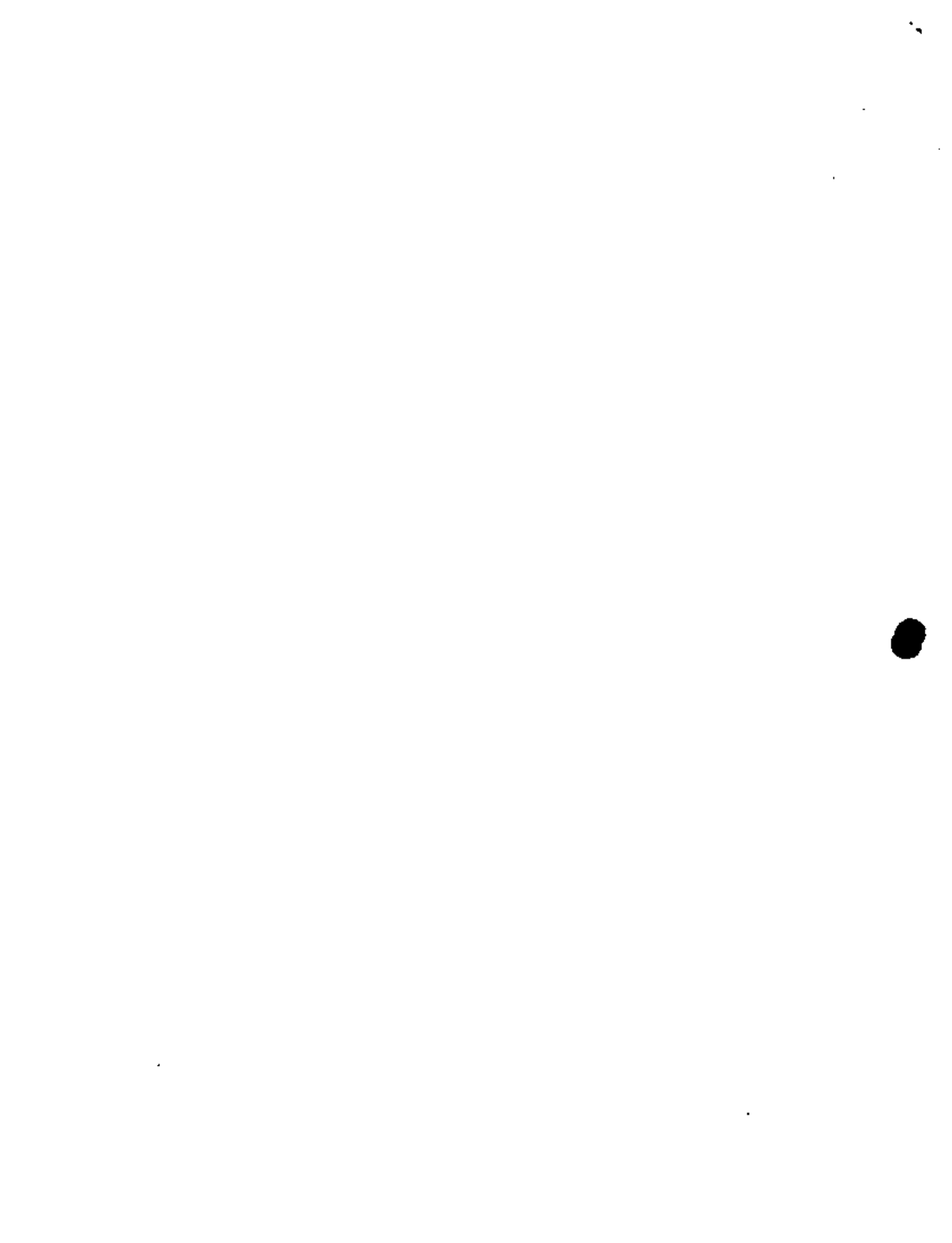
SEPTIMA SESION

Lunes 17 de junio.

INGENIERO CARLOS MARTINEZ CALDERON.

MEDIOS DE PROTECCION

- Sobrecorriente: orígenes
- Sobrecarga
- Corto circuito
- Medios de protección contra sobrecorrientes
- Interruptores automáticos
- Riesgos al personal



Los dispositivos que se utilizan para interrumpir las sobrecorrientes son los fusibles y los interruptores automáticos.

Deben tener la suficiente resistencia mecánica para soportar - abrir y extinguir el arco producido por la sobrecorriente.

Fusibles. - Es un dispositivo térmicamente operado que sirve - para detectar y abrir un circuito cuando se presenta una sobre corriente.

Tienen la desventaja de no ser ajustables y ser lentos para -- operar con valores moderados de sobrecorriente. Son menos pre -- cisos que los relevadores, pero comparables con los interru -- ptos termomagnéticos de bajo voltaje de disparo instantáneo, -- con altas corrientes y superior a ellos en bajas corrientes de corto circuito. Tienen también la desventaja, de que en caso de fundirse uno sólo de ellos, el circuito trifásico puede que -- dar en operación monofásica ocasionando una sobrecarga en las líneas restantes.

Los fusibles se clasifican en:

Fusibles limitadores de corriente y en fusibles no limitadores. Al ocurrir un c.c. los fusibles limitadores de corriente se -- funden en el primer medio ciclo de la corriente de corto cir -- cuito, mucho antes de alcanzar su valor máximo, logrando redu -- cir notablemente el valor de la potencia aparente a interrum -- pir.

La curva de operación CORRIENTE - TIEMPO DE RESPUESTA es una - curva de tiempo inverso.

Los interruptores automáticos de bajo voltaje pueden ser:

- 1) electromagnéticos, y
- 2) termomagnéticos.

SOBRECORRIENTES - Orígenes

Las sobrecorrientes en los sistemas eléctricos normalmente se deben a sobrecargas y a cortos circuitos.

Las sobrecargas permanentes en un circuito se deben generalmente a la conexión de mayores cargas que la de diseño o nominal del circuito.

Las sobrecargas transitorias pueden deberse a cortos circuitos intermitentes en circuitos derivados, a operación monofásica - mecánica de los motores, a arranques frecuentes de motores - eléctricos, etc.

Los cortos circuitos son debidos a conexiones francas entre los conductores de un alimentador o circuito derivado.

El diseño de un sistema de protección contra sobrecorrientes implica 2 puntos importantes:

- 1) La selección correcta del dispositivo adecuado para interrumpir la sobrecorriente.
- 2) Escoger los valores de corriente y tiempo de respuesta correctos para los dispositivos ajustables que les permita funcionar selectivamente con otros dispositivos, sean o no ajustables, para desconectar la porción del sistema con problemas, con un el mínimo posible de disturbios al resto del sistema.

Los dispositivos que se usan para detectar sobrecorrientes son los fusibles, los relevadores y las bobinas de disparo de acción directa e instantánea.

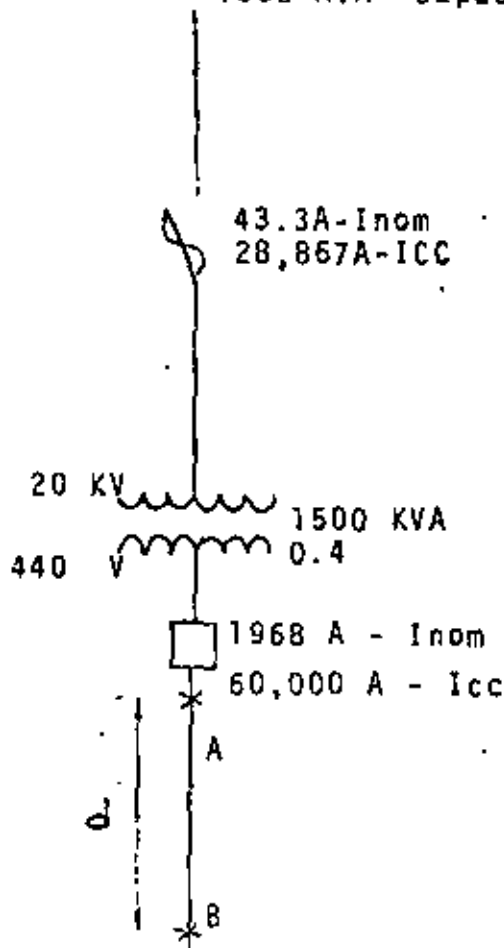
Los electromagnéticos operan cuando el valor de la corriente alcanza un determinado valor al atraer la armadura del dispositivo de disparo.

Una combinación de disparo térmico (para protección de sobrecargas moderadas) y disparo magnético instantáneo (para corto circuito) se proporciona en los interruptores termomagnéticos.

Deben ser capaces de abrir y cerrar su corriente nominal repetidamente y de abrir la corriente de corto circuito de diseño.

### CALCULO SIMPLIFICADO DE CORTO CIRCUITO

1000 MVA Capacidad de c.c. de la Cfa. suministradora



$$\text{Impedancia pu} = Z_s \cdot 0/1 = \frac{\text{KVA}_b}{\text{KVA}_{cc}} = \frac{1500}{1000,000} = 0.0015$$

c.c en el punto A

$$\text{Reactancia total} = 0.0015 + 0.04 = 0.0415$$

$$\text{KVA}_{cc} = \frac{1500}{0.0415} = 36,145 \text{ KVA}$$

$$I_{cc_s} = 47,427 \text{ A}$$

$$I_{cc_{as}} = 1.25 \times 47,427 \text{ A} = 59,284 \text{ A}$$

Diagrama unifilar

Si el c.c. ocurre en el punto B, d metros después del punto A, la impedancia del alimentador contribuirá a limitar el valor del c.c.

Para simplificar el cálculo existen tablas que relacionan el valor del c.c. con la longitud del alimentador.

## METODO SIMPLIFICADO DE CALCULO DE VALORES DE FALLA PARA SISTEMAS ELECTRICOS.

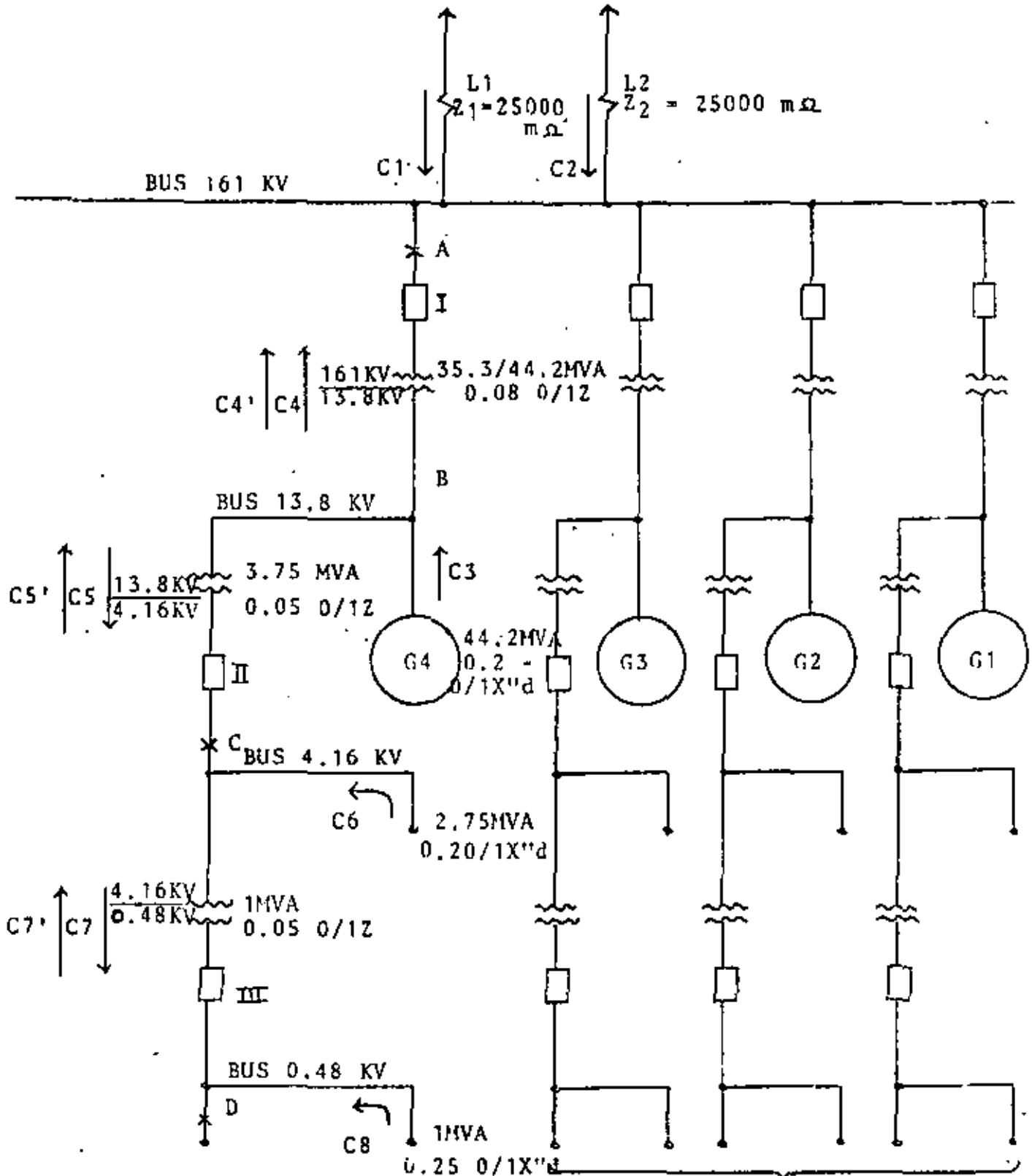
Uno de los procesos más útiles, como herramienta fundamental de un Ingeniero especializado, es la determinación de los valores de falla en los diferentes puntos de un sistema a partir de los datos que nos son presentados en cada caso.

Existen diferentes medios de determinar los niveles de falla -- mencionados en que se emplean diferentes aspectos de la tecnología matemática. Cuando se presenta el caso del cálculo de una falla trifásica en un sistema, es suficiente con conocer y emplear los elementos básicos de la matemática; los de la aritmética.

La intención del presente trabajo es presentar un sistema rápido, sencillo, claro y de exactitud suficiente para la mayoría de las aplicaciones, como son: selección de interruptores y cables, y determinación de esfuerzos electro mecánicos derivados de una corriente de falla.

Con objeto de tener un sistema con la mayor cantidad de elementos que nos puedan proporcionar suficientes puntos en diferentes niveles de tensión, pondremos como ejemplo el siguiente caso:

DIAGRAMA UNIFILAR BASICO DE CALCULO





UNIDADES A EMPLEAR:

Por comodidad, haremos uso de las unidades siguientes:

Potencia nominal de generadores, transformadores y motores en MVA.

Potencia de corto circuito en MVA.

Impedancias y reactancias transitoria y subtransitoria en por unidad.

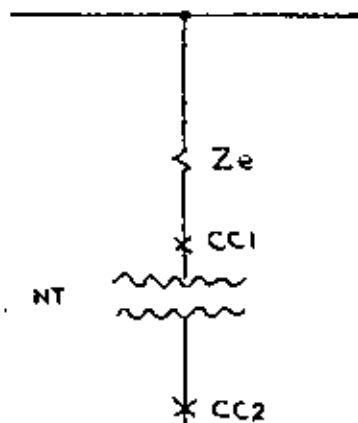
Impedancias de líneas en miliohms.

Tensiones en kilovolts.

DIFERENTES CONSTANTES DE CONTRIBUCION A UNA FALLA.

Quando ocurre una falla de corto circuito en un sistema, existen diferentes fuentes de contribución y diferentes medios de limitación de tal contribución:

1.- RED ALIMENTADORA.

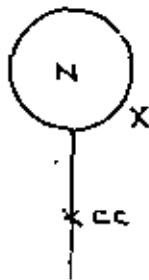


$$Z_e = \frac{NT}{CC1}$$

$$CC2 = \frac{NT}{\frac{NT}{CC1} + Z_T}$$

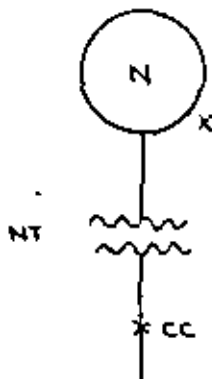
--- (1)

2.- EQUIPO ROTATORIO.



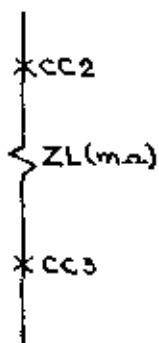
$$CC = \frac{N}{X} \quad \text{--- (2)}$$

3.- EQUIPO ROTATORIO A TRAVES DE UN TRANSFORMADOR.



$$CC = \frac{N}{\frac{NT}{N} + ZT} = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot X + ZT} \quad \text{--- (3)}$$

4.- LINEA SUMINISTRADORA O PASO POR REACTOR.



$$MVA = \frac{1000 KV^2}{ZL (m\Omega)}$$

$$CC3 = \frac{KV^2}{Ze + ZL} = \frac{KV^2}{\frac{CC2}{CC2} + ZL} = \frac{1}{\frac{1}{CC2} + \frac{ZL}{1000KV^2}} \quad \text{(4)}$$

### CONSIDERACIONES SOBRE LA NATURALEZA DE LA FALLA.

Para el cálculo de una falla de corto circuito en una red, es necesario saber que es lo que se va a calcular:

- 1.- Valores momentáneos.
- 2.- Valores de interrupción.

Para poder observar más gráficamente esto, a continuación incluimos una gráfica tiempo-corriente del comportamiento de una máquina bajo condiciones de circuito corto.

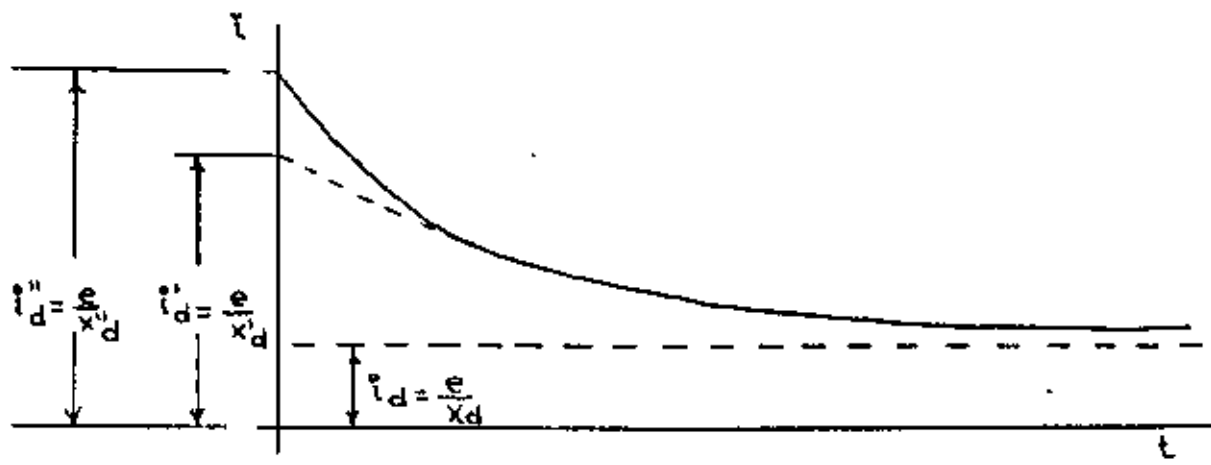


FIG. Nº 2

En la cual podemos observar la corta influencia de la componente subtransitoria ( $i''_d$ ), la más prolongada influencia de la transitoria ( $i'_d$ ) y la presencia constante de la componente estática ( $i_d$ ) determinadas cada una por las reactancias subtransitoria ( $x''_d$ ), transitoria ( $x'_d$ ) y síncrona ( $x_d$ ) característica de cada máquina, todas de eje directo.

La gráfica anterior es cierta para máquinas síncronas, y para un motor de inducción debemos considerar una reactancia similar a la subtransitoria debido al flujo remanente pero no deben tomarse en cuenta la transitoria y síncrona ya que estos motores carecen de devanado de campo que las originen.

A modo de información mencionaremos que las reactancias síncronas son afectadas por el arreglo físico y dimensiones del acero en actividad como circuito magnético y cobre de rotor y estator; la reactancia transitoria es afectada en cierta proporción por las dimensiones de los polos del rotor; la reactancia subtransitoria y la de secuencia negativa son afectadas considerablemente por el arreglo físico del devanado amortiguador dentro del rotor; la reactancia de secuencia cero varía principalmente en función del paso de devanado empleado en el armadura y la reactancia síncrona lo hace principalmente en función de los factores de diseño de entrehierro y armadura.

Las reactancias de una máquina síncrona se calculan a partir de los parámetros de diseño de la misma y pueden ser probados empleando procedimientos de prueba aceptados. Generalmente se expresan en valores por ciento (%) o por unidad (0/1) basados en la capacidad nominal (N) de la máquina.

Podemos deducir, analizando las diferentes componentes de contribución que si necesitamos conocer los esfuerzos electromecánicos ocasionados por una falla es necesario tomar en cuenta las corrientes originadas por la reactancia subtransitoria subsecuentemente, si deseamos conocer un valor posterior para determinación de la capacidad interruptiva adecuada para un interruptor o fusible, es natural que entren en juego los conceptos de naturaleza de la máquina (si es generador, motor síncrono o de inducción) y la velocidad de apertura, para seleccionar el tipo de reactancia que se tendrá en consideración.

Para poder hacer una evaluación rápida de estos conceptos, incluimos a continuación una tabla que los agrupa, y que ha sido tomada de la página 99 de la publicación Electric Power Distribution for Industrial Plants (IEEE No. 141).

**Table 4.12**  
**Table of Multiplying Factors and Machine Reactances**  
**To be used for Calculating Short-Circuit Currents for Circuit Breaker, Fuse, and Motor Starter Applications**

Classification	Circuit Voltage	Location in System	Multi- plying Factor	Machine Reactances to Use		
				Generators Synchronous Converters Synchronous Condensers Frequency Changes	Synchronous Motors	Induction Motors
<b>*Power Circuit Breakers</b> .....				<i>Interrupting Duty</i>		
Eight cycle or slower (general case) .....	Above 600 v	Any place where symmetrical short-circuit kva is less than 500 Mva	xx1.0	Subtransient	Transient	Neglect
Five cycle .....	Above 600 v		xx1.1	Subtransient	Transient	Neglect
				<i>Momentary Duty</i>		
General case .....	Above 600 v	Near generating station	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Less than 5 kv .....	601 to 5 kv	Remote from generating station (X/R ratio less than 10)	1.5	Subtransient	Subtransient	Subtransient
<b>Medium-Voltage Fuses</b> .....				<i>Maximum Rms Ampere Interrupting Duty</i>		
All types, including air-current-limiting fuses .....	Above 600 v	Anywhere in system	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Non-current-limiting types only .....	601 to 15 kv	Remote from generating station (X/R ratio less than 4)	1.2	Subtransient	Subtransient	Subtransient
<b>Medium-Voltage, Fused Motor Starters</b> .....				<i>Maximum Rms Ampere Interrupting Duty</i>		
All horsepower ratings .....	2401 & 4160 v	Anywhere in system	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
<b>Medium-Voltage Motor Starters</b> .....				<i>Interrupting Duty</i>		
Circuit breaker or contactor type .....	601 v to 5 kv	Anywhere in system	1.0	Subtransient	Transient	Neglect
				<i>Momentary Duty</i>		
Circuit breaker or contactor type .....	601 v to 5 kv	Anywhere in system	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Circuit breaker or contactor type .....	601 v to 5 kv	Remote from generating station (X/R ratio less than 10)	1.5	Subtransient	Subtransient	Subtransient
<b>Apparatus, 600 Volts and Below</b> .....				<i>Interrupting or Momentary Duty</i>		
Low-Voltage power molded case circuit breakers, or 1-v fuses .....	600 v or less	Anywhere in system	†1.0	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Low-Voltage motor starters (with fuses or molded case breakers) .....	600 v	Anywhere in system	†1.25	Subtransient	Subtransient	Subtransient

\* Revisions to ASA C37.10 have been proposed (References 8, 9). These revisions eliminates the use of these multiplying factors in applying power circuit breakers.

\*\*These factors are increased to 1.1 and 1.2 respectively if the symmetrical fault level is above 500 mva and the system is fed predominantly by generators or through current-limiting reactors.

† Fuses which operate in under 0.004 second have a multiplying factor of 1.4 to 1.6.

Un examen rápido de esta tabla, nos arroja los siguientes resultados:

- 1.- Siempre se tomará como base la reactancia subtransitoria de generadores, convertidores síncronos, condensadores - síncronos y cambiadores de frecuencia, para cálculo de valores momentáneo o de interrupción.
- 2.- Lo anterior es aplicable para motores síncronos excepto para interruptores de potencia y arrancadores en tensión media para valores de interrupción en que se emplea la reactancia transitoria.
- 3.- En motores de inducción se tomará siempre el valor de la reactancia subtransitoria y su contribución es cero en interruptores de potencia y arrancadores en tensión media para valores de interrupción.

Naturalmente que los valores  $x''d$  ó  $x'd$  para la tabla anterior deben ser tomados de los datos de diseño del fabricante correspondiente, sin embargo, para efectos de aproximación podemos proporcionar los siguientes valores:

TABLA NUMERO 2

	x''d (0/1)	x'd (0/1)
<b>GENERADORES DE TURBINA:</b>		
2 polos	0.09	0.15
4 polos	0.15	0.23
<b>GENERADORES DE POLOS SALIENTES CON DEVANADO AMORTIGUADOR:</b>		
12 polos o menos	0.16	0.33
14 polos o más	0.21	0.33
<b>MOTORES SINCRONOS:</b>		
6 polos	0.15	0.23
8-14 polos	0.20	0.30
grupos en 600 V o menos	0.25	0.33
más de 600 V	0.15	0.25
<b>CONDENSADORES SINCRONOS:</b>	0.24	0.37
<b>CONVERTIDORES SINCRONOS:</b>		
600 V en C.D.	0.20	-
250 V en C.A.	0.33	-
<b>MOTORES DE INDUCCION:</b>		
grandes (1)	0.25	-
grupos en 600 V o menos	0.25	-
más de 600 V	0.2	-

RELACION DE FORMULAS DE TRANSFORMACION

$$\%Z = \frac{Z(\Omega) \times KVAb}{10KV^2} = \frac{100 \times KVAb}{1.73 \times Icc \times KV} = 100/1$$

$$Z(\Omega) = \frac{10(\%Z) \times KV^2}{KVAb}$$

$$Z(\Omega)E_2 = \frac{E_1^2 \times ZE_1}{E_2^2}$$

$$Z(KVAb_2) = \frac{KVAb_2}{KVAb_1} \times Z(KVAb_1)$$

$$KVAcc = \frac{100 (KVAb)}{\%Z} = \frac{1000 KV^2}{Z(\Omega)} = 1.73 (KV) Icc$$

$$Icc = \frac{100 (KVAb)}{1.73 \times \%Z \times KV} = \frac{E}{1.73 \times 2 \text{ línea } (\Omega)}$$



## SISTEMA DE CALCULO

PASO NUMERO 1.- Obtención de un diagrama unifilar. Es necesario incluir como se puede observar en la figura número 1:

- A.- Línea o líneas conectadas o en su defecto, sistema equivalente incluyendo impedancia o potencia de falla en MVA.
- B.- Unidades generadoras incluyendo capacidad nominal en MVA y reactancia subtransitoria en  $O/1$ .
- C.- Transformadores incluyendo capacidades en MVA, impedancia en  $O/1$  así como relaciones de transformación.
- D.- Carga conectada mencionando su naturaleza, capacidad nominal en MVA y reactancias subtransitoria y transitoria en caso de aplicarse esta. En este punto podemos realizar una gran simplificación sin mucho sacrificio de la exactitud de los resultados si consideramos que todas las máquinas conectadas a la red contribuirán a la falla por una corriente que estará siempre limitada exclusivamente por la reactancia subtransitoria independientemente del tipo de máquina y valor (interrupción o momentáneo) que calculemos haciendo una única excepción en el renglón de valor de interrupción en arrancadores en tensión media ya que aquí se puede dejar fuera la contribución de motores de inducción.

PASO NUMERO 2.- Determinación de las constantes de contribución y de las potencias de falla.

Se realiza una determinación independiente de cada una de las constantes de contribución.

Tomando como base los datos de la figura número 1.

$$C1 = C2 = \frac{1000 \text{ KV}^2}{ZL (\text{m}\Omega)} = \frac{1000 \times 161^2}{25000} = 1036.84 \text{ MVA}$$

$$C3 = \frac{N}{x''d} = \frac{44.2}{0.2} = 221. \text{ MVA}$$

$$C4' = \frac{\frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + ZT 1/0}}{N} = \frac{44.2}{\frac{44.2}{44.2} \times 0.2 + 0.08} = 157.86 \text{ MVA}$$

$$CCA = C1 + C2 + 4C4' = 2705.12 \text{ MVA}$$

$$CCA' = CCA - C4' = 2547.26 \text{ MVA (falla CCA equivalente para cálculos derivados ya que C4 no contribuye a su falla primaria)}$$

$$C4 = \frac{NT}{\frac{NT}{N} + ZT 0/1} = \frac{44.2}{\frac{44.2}{2547.26} + 0.08} = 454.02 \text{ MVA}$$

$$C5' = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + ZT 0/1} = \frac{2.75}{\frac{2.75}{2.75} \times 0.2 + 0.05} = 8.52 \text{ MVA}$$

$$CCB = C3 + C4 + C5' = 221 + 454.02 + 8.52 = 683.54 \text{ MVA}$$

$$CCB' = CCB - C5' = 675.02 \text{ MVA}$$

$$C5 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCB} + ZT0/1} = \frac{3.75}{\frac{3.75}{675.02} + 0.05} = 67.5 \text{ MVA}$$

$$C6 = \frac{N}{x''d} = \frac{2.75}{0.2} = 13.75 \text{ MVA}$$

$$C7 = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + ZT0/1} = \frac{1}{1 \times 0.25 + 0.05} = 3.33 \text{ MVA}$$

$$CCC = C5 + C6 + C7 = 67.5 + 13.75 + 3.33 = 84.58 \text{ MVA}$$

$$CCC' = CCC - C7 = 81.25 \text{ MVA}$$

$$C7 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCC'} + ZT0/1} = \frac{1}{\frac{1}{81.25} + 0.05} = 16.05 \text{ MVA}$$

$$C8 = \frac{N}{x''d} = \frac{1}{0.25} = 4 \text{ MVA}$$

$$CCD = 16.05 + 4 = 20.05 \text{ MVA}$$

o sea en amperes:

$$CCD = \frac{20.05 \times 1000}{\sqrt{3} \times 0.48} = 24116 \text{ amperes.}$$

Habiendo determinado los niveles de falla en cada punto señalado, es posible especificar el valor momentáneo directamente de CCA, CCB y CCC y CCD, más para determinación de capacidades interruptivas de interruptores se requiere realizar diferencias como sigue:

Para el interruptor I, sometido a dos fuentes de contribución  
 $C1 + C2 = 20.73.68 \text{ MVA}$  y  $CC4^1 = 454.02 \text{ MVA}$

Es natural que preferimos optar por basarnos en la mayor para especificar capacidad de interrupción.

Para II:  $C5 = 67.5 \text{ MVA}$  o bien  $C6 + C7' = 17.08 \text{ MVA}$   
 optamos por C5

Para III:  $C7 = 16.05 \text{ MVA}$  o bien  $C8 = 4 \text{ MVA}$   
 optamos por C7

Sin embargo en el caso de II y III podemos especificar.

Para II:  $C5 + C6 + C7 = 84.58 \text{ MVA}$

Para III:  $C7 + C8 = 20.05 \text{ MVA}$

Ya que cualquier interruptor derivado del bus principal en - 4.16 KV ó 480 V, tendrá prácticamente una capacidad interruptiva de este nivel.

### FALLAS A DISTANCIA

Todas las fallas estimadas han sido hechas sin tomar en cuenta la impedancia del cable, es decir, han sido calculadas en las terminales; cuando se requiere calcular una falla a una distancia determinada, es necesario hacer uso de la fórmula número 4.

Pongamos por ejemplo, derivado del bus de 480 V, un circuito - como sigue:

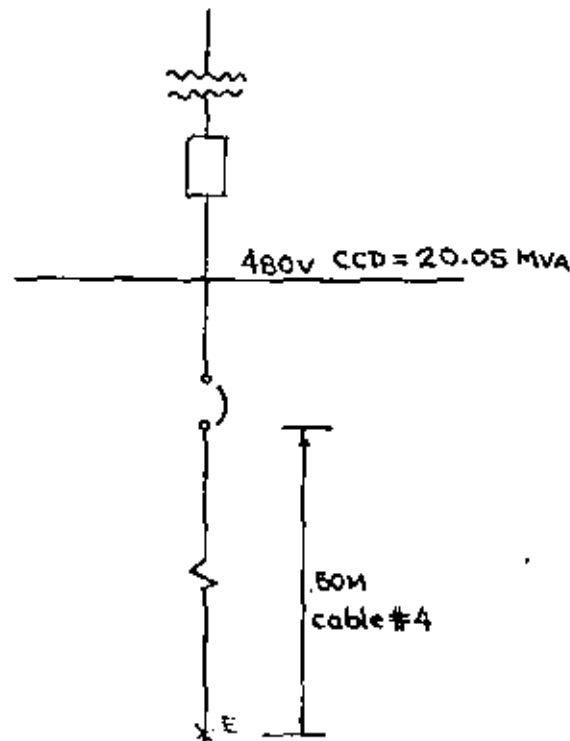


Fig. No. 3

y deseamos calcular la falla en E que es un punto a 50 m. de un circuito trifásico alimentado por cable aislado en ducto metálico.

A continuación incluimos una tabla en que se puede determinar la impedancia de una línea en tales circunstancias para casos de línea aérea, es necesario emplear la formulación y técnica necesaria para obtención de la impedancia.

TABLA NUMERO 3

CALIBRE	14	12	10	8	6	4	2	1/0	2/0	3/0	4/0	250	300	350	400	500
Ic (mA/m)	8.37	5.43	3.35	2.14	1.39	0.867	.517	.347	.232	.232	.191	.179	.162	.1445	.133	.1155

Con la tabla anterior, podemos estimar la impedancia del cable de nuestro ejemplo:

$$ZL = 50 \times 0.867 = 43.35 \text{ m}\Omega$$

Y entonces el corto circuito se verá reducido a:

$$CCE = \frac{1}{\frac{1}{CCD} + \frac{ZL}{1000 \text{ KV}^2}} = \frac{1}{\frac{1}{20.05} + \frac{43.35}{1000 \times .48^2}} = 4.202 \text{ MVA}$$

o sea en amperes:  $CCE = \frac{4.202 \times 1000}{\sqrt{3} \times .48} = 5054 \text{ amperes.}$

## CAIDA DE TENSION DEBIDA AL ARRANQUE DE UN MOTOR

Habiendo obtenido el nivel de falla en un punto determinado, podemos estimar nuestra caída de tensión al arranque de un motor en tal punto; para esto es necesario conocer solamente los MVA de arranque del motor o en su defecto, la letra NEMA de código correspondiente.

Pongamos por ejemplo complementario del caso anterior el siguiente:

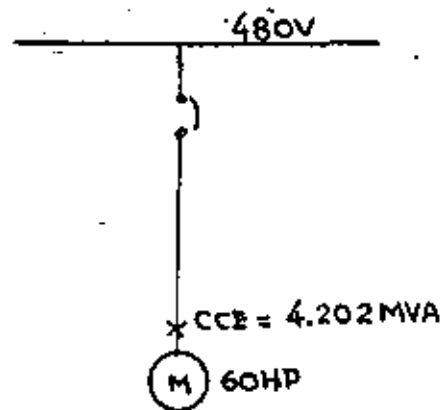


Fig. No. 4

La expresión para la estimación de la caída de tensión es:

$$\% \text{ CDT} = \frac{100 \times \text{MVA}_A}{\text{MVA} + \text{CCA}}$$

Donde  $\text{MVA}_A$  = Potencia de arranque en MVA.

Supongamos un motor con letra de código G (5.6 KVA/HP), entonces;  $MVA_A = 0.0056 \times 60 = 0.336$

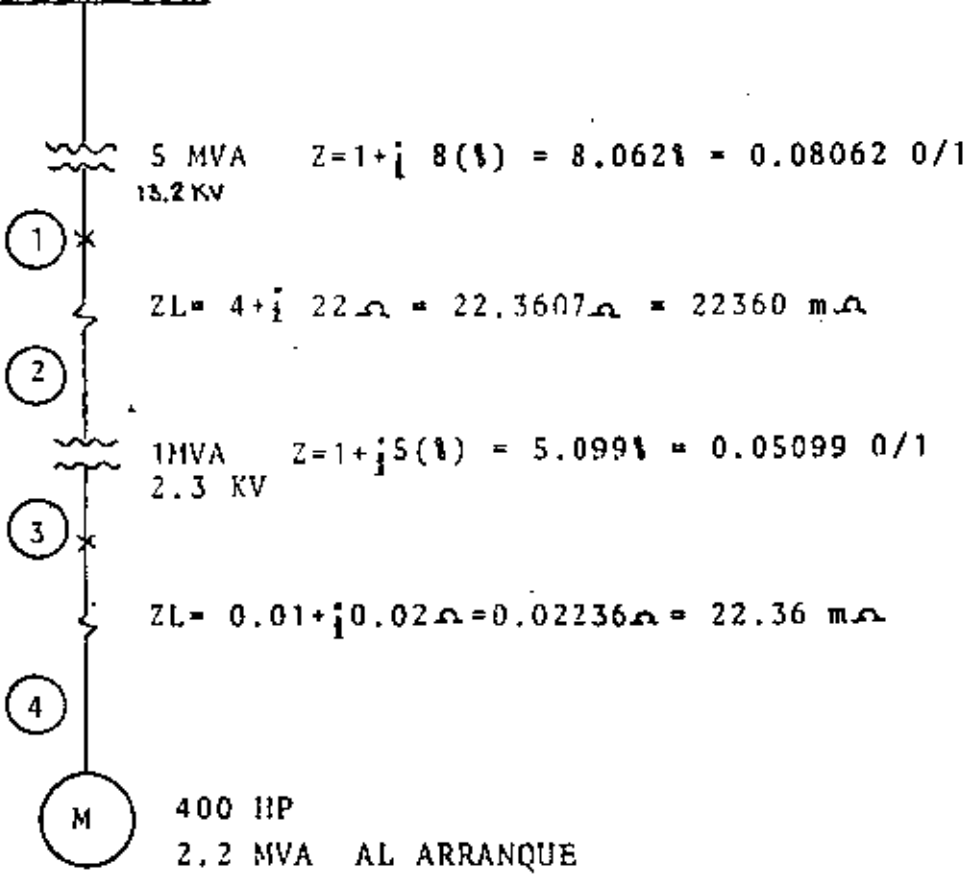
Substituyendo:

$$\% \text{ CDT} = \frac{100 \times 0.336}{0.336 + 4.202} = 7.4$$

He aquí la utilidad del empleo de un método sumamente sencillo para estimación de factores comunes en la práctica diaria.

Ahora pondremos finalmente el siguiente caso para su resolución por medio del método simplificado expuesto aquí.

BUS INFINITO





En este caso se pide calcular la caída de tensión al arranque del motor; con nuestro método es suficiente con aplicar cinco fórmulas:

$$1.- CC1 = \frac{5}{0.0862 + \frac{5}{\infty}} = 62.02 \text{ MVA}$$

$$2.- CC2 = \frac{1}{\frac{1}{62.02} + \frac{22360}{1000 \times 13.2^2}} = 6.923 \text{ MVA}$$

$$3.- CC3 = \frac{1}{\frac{0.0599}{1} + \frac{1}{6.923}} = 5.1167 \text{ MVA}$$

$$4.- CC4 = \frac{1}{\frac{1}{5.1167} + \frac{22.36}{1000 \times 2.3^2}} = 5.008 \text{ MVA}$$

$$5.- CDT = \frac{100 \times 2.2}{2.2 + 5.008} = 30.521$$

# Datos de Ingeniería



**TABLA DE SELECCION PARA INTERRUPTORES EN AIRE  
COMO INTERRUPTORES SECUNDARIOS PRINCIPALES**

Capacidad del transformador KVA	208 V - Secundario			440 V - Secundario		
	Amps. Carga plena	Corto Max. Amps. Asim.	Interruptor TIPO	Amps. Carga plena	Corto max. Amps. Asim.	Interruptor TIPO
225	623	15,650	25H-2			
300	815	20,900	25H-2			
350	1250	31,300	25H-2			
600	1860	41,700	65H-2	350	14,750	25H-2
750	2780	52,000	65H-2	780	19,750	65H-2
1000	2780	69,500	75H-2	985	24,600	65H-2
1500	4180	104,000	100H-2	1310	37,800	50H-2
2000				1970	48,200	65H-2
3000				2620	65,900	75H-2
4000				3940	96,400	100H-2

NOTA: Las corrientes de corto circuito están basadas en un 50% de reactancia en los transformadores, y capacidad de suministro limitado en primario y factor de asimetría promedio en las tres fases, de 1.25. Para encontrar valores de corriente de falla a 220 V multiplicar los valores a 208 V por 0.95.

**CALCULO DE CORRIENTE DE FALLA PARA LA SELECCION DE INTERRUPTORES  
TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA EN SISTEMAS DE  
BAJO VOLTAJE DE C. A.**

**CORRIENTE DE FALLA DISPONIBLE (AMPERES SIMETRICOS RCM) 440 VOLTS**

Capacidad KVA del transformador	Calibre del conductor por fase	Distancia desde el transformador al punto de falla - metros								
		0	1.5	3	6	15	30	60	150	300
150	No. 4	5,426	5,372	5,317	5,236	4,921	4,542	3,685	2,230	1,305
	No. 0	5,426	5,385	5,344	5,276	5,195	4,991	4,569	3,536	2,516
	250 MCM	5,426	5,399	5,372	5,317	5,249	5,140	4,868	4,188	3,304
	2-250 MCM	5,426	5,412	5,399	5,358	5,317	5,208	5,113	4,732	4,216
225	No. 4	8,132	8,051	7,983	7,806	7,208	6,269	4,760	2,556	1,373
	No. 0	8,132	8,078	8,024	7,956	7,670	7,208	6,352	4,460	2,856
	250 MCM	8,132	8,092	8,051	8,010	7,833	7,548	7,004	5,684	4,202
	2-250 MCM	8,132	8,105	8,078	8,064	7,969	7,820	7,534	6,691	5,630
300	2-500 MCM	8,132	8,119	8,105	8,092	8,024	7,915	7,684	7,044	6,283
	No. 4	10,866	10,716	10,608	10,281	9,248	7,561	5,304	2,720	1,428
	No. 0	10,866	10,771	10,716	10,526	10,036	9,248	7,888	5,086	3,128
	250 MCM	10,866	10,798	10,757	10,608	10,336	9,792	8,894	6,800	4,760
500	2-250 MCM	10,866	10,825	10,798	10,676	10,553	10,308	9,792	8,432	6,800
	2-500 MCM	10,866	10,852	10,825	10,743	10,562	10,472	10,064	8,976	7,616
	No. 4	17,992	17,680	17,272	16,320	13,572	9,960	6,256	2,720	1,360
	No. 0	17,992	17,816	17,625	17,136	15,776	13,844	10,472	5,712	3,264
750	250 MCM	17,992	17,856	17,816	17,571	16,728	15,368	13,124	8,704	5,712
	2-250 MCM	17,992	17,911	17,856	17,761	17,299	16,428	15,232	12,240	8,948
	2-500 MCM	17,992	17,952	17,911	17,843	17,516	17,000	15,912	13,328	10,404
	No. 4	22,249	21,896	21,420	20,128	16,048	11,152	6,800	2,992	1,427
1,000	No. 0	22,249	22,032	21,760	21,148	19,312	16,320	11,832	6,528	3,168
	250 MCM	22,249	22,100	21,896	21,488	20,332	18,224	15,232	9,656	5,848
	2-250 MCM	22,249	22,236	21,964	21,760	21,216	20,128	18,058	13,972	9,928
	2-500 MCM	22,249	22,236	22,032	21,828	21,488	20,672	19,040	15,504	11,832
1,500	No. 4	29,580	28,696	27,540	25,160	18,768	12,240	6,200	2,992	1,632
	No. 0	29,580	29,240	28,560	27,540	24,208	19,584	13,328	6,578	3,318
	250 MCM	29,580	29,305	28,832	28,220	26,248	22,984	18,224	10,880	6,392
	2-250 MCM	29,580	29,444	29,240	28,900	27,880	26,112	22,848	16,320	11,152
2,000	2-500 MCM	29,580	29,552	29,376	29,104	28,220	26,792	24,344	18,768	13,600
	No. 4	43,588	41,548	39,532	34,340	22,168	13,056	7,208	3,128	1,632
	No. 0	43,588	42,500	40,120	39,168	32,268	23,800	14,688	6,528	3,400
	250 MCM	43,588	42,840	41,888	40,528	36,176	30,260	22,168	11,968	6,528
2,000	2-250 MCM	43,588	43,248	42,840	42,160	39,712	36,176	32,008	19,448	11,968
	2-500 MCM	43,588	43,384	42,840	42,432	40,528	37,536	39,440	23,192	15,640
	No. 4	57,392	53,992	49,368	40,800	23,664	13,600	6,936	2,866	1,632
	No. 0	57,392	55,624	53,720	48,960	37,808	25,840	15,640	6,800	3,536
2,000	250 MCM	57,392	56,168	54,468	51,816	44,744	35,360	24,480	12,376	6,800
	2-250 MCM	57,392	56,712	56,760	54,400	50,184	43,792	35,274	21,488	12,512
	2-500 MCM	57,392	57,120	56,168	55,216	51,816	46,512	39,168	25,656	17,000

Las corrientes de falla que aparecen en la lista son los valores máximos disponibles rcm simétricos, basados en transformadores llenos de líquido aislante, con impedancias nominales de 4-1/2 o/o para capacidades hasta 500 KVA inclusiva, y 5-1/2 o/o para capacidades arriba de 500 KVA, e incluye la contribución por motores basada en una carga de 100 o/o por motores.



FORMULAS UTILES PARA DETERMINAR LOS AMPERES, LOS CABALLOS DE FUERZA, LOS KILOWATTS Y K.V.A.

Para encontrar	Corriente directa	CORRIENTE ALTERNA		
		Una fase	2 fases, 4 hilos	Tres fases
Ampères cuando se conocen los voltios de fuerza (H.P.)	$H.P. \times \frac{746}{E \times o/a \text{ Ef.}}$	$H.P. \times \frac{746}{E \times o/a \text{ Ef.} \times F.P.}$	$\frac{H.P. \times 746}{\sqrt{3} \times E \times o/a \text{ Ef.} \times F.P.}$	$\frac{H.P. \times 746}{1.73 \times E \times o/a \text{ Ef.} \times F.P.}$
Ampères cuando se conocen los K.W.	$\frac{K.W. \times 1000}{E}$	$\frac{K.W. \times 1000}{E \times F.P.}$	$\frac{K.W. \times 1000}{\sqrt{3} \times E \times F.P.}$	$\frac{K.W. \times 1000}{1.73 \times E \times F.P.}$
Ampères cuando se conocen los K.V.A.		$\frac{K.V.A. \times 1000}{E}$	$\frac{K.V.A. \times 1000}{\sqrt{3} \times E}$	$\frac{K.V.A. \times 1000}{1.73 \times E}$
Kilowatts	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times F.P.}{1000}$	$\frac{I \times E \times \sqrt{3} \times F.P.}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73 \times F.P.}{1000}$
K.V.A.		$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times \sqrt{3}}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73}{1000}$
H.P. con la fecha del motor	$\frac{I \times E \times o/a \text{ Ef.}}{746}$	$\frac{I \times E \times o/a \text{ Ef.} \times F.P.}{746}$		$\frac{I \times E \times 1.73 \times o/a \text{ Ef.} \times F.P.}{746}$

I - Amperes. o/a ef. - o/a de eficiencia K.W. - Kilowatts H.P. - Caballos de fuerza.  
 E - Volts. F.P. - Factor de Potencia K.V.A. - Kilo-Volt-Ampares.

CALCULOS DE CORRIENTE DE FALLA PARA LA SELECCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN SISTEMAS DE BAJO VOLTAJE C. A.

Corriente de falla disponible (ampères simétricos rmc) 220 volts.

Capacidad del transformador KVA	Calibre del conductor por fase	Distancia del transformador al punto de la falla - metros								
		0	1.5	3	6	15	30	60	150	300
150	No. 4	10,925	10,165	9,500	8,076	5,300	3,040	1,645	648	332
	No. 0	10,925	10,564	10,212	9,547	7,666	5,557	3,384	1,539	817
	250 MCM	10,925	10,735	10,497	10,022	8,787	7,220	5,217	2,850	1,520
	2-250 MCM	10,925	10,830	10,687	10,497	9,785	8,778	7,144	4,579	2,850
225	No. 4	16,350	16,915	13,252	11,400	5,795	3,230	1,692	712	380
	No. 0	16,350	15,628	14,820	13,395	9,880	6,412	3,384	1,615	855
	250 MCM	16,350	15,865	15,390	14,440	11,970	9,262	6,110	3,175	1,615
	2-250 MCM	16,350	16,150	15,865	15,390	13,965	12,065	9,024	5,320	3,087
300	2-500 MCM	16,350	16,245	16,055	15,675	14,535	13,015	10,622	6,840	4,275
	No. 4	21,850	19,380	16,245	11,970	6,175	3,325	1,692	712	380
	No. 0	21,850	20,520	19,190	16,625	13,252	7,600	3,760	1,662	855
	250 MCM	21,850	20,995	20,140	18,525	14,535	11,590	6,862	3,182	1,662
500	2-250 MCM	21,850	21,375	20,900	20,140	17,575	14,535	10,522	5,700	3,135
	2-500 MCM	21,850	21,612	21,327	20,615	18,575	15,960	12,502	7,505	4,322
	No. 4	36,290	29,260	22,800	14,630	6,555	3,325	1,692	760	380
	No. 0	36,290	32,680	28,880	22,800	13,490	7,600	3,760	1,710	950
750	250 MCM	36,290	32,200	32,110	27,930	19,095	12,920	7,520	3,230	1,710
	2-250 MCM	36,290	35,055	33,915	31,635	25,650	19,095	12,408	6,080	3,325
	2-500 MCM	36,290	35,530	34,675	32,870	27,930	22,610	16,150	8,550	4,750
	No. 4	44,840	34,010	24,700	15,200	6,555	3,230	1,598	760	380
1,000	No. 0	44,840	39,805	34,485	25,935	14,060	7,600	3,854	1,710	950
	250 MCM	44,840	41,420	38,000	32,585	21,850	13,300	7,520	3,230	1,710
	2-250 MCM	44,840	42,845	41,135	38,000	30,115	21,660	13,536	6,080	3,325
	2-500 MCM	44,840	43,605	42,085	39,615	32,870	25,650	17,202	8,740	4,750
1,500	No. 4	59,565	40,850	27,645	16,150	7,410	3,515	1,692	665	380
	No. 0	59,565	50,825	42,085	29,640	15,200	8,075	4,136	1,710	902
	250 MCM	59,565	53,770	48,450	39,900	24,700	15,150	8,272	3,230	1,776
	2-250 MCM	59,565	56,905	53,485	47,880	35,910	24,605	14,570	6,555	3,325
2,000	2-500 MCM	59,565	58,710	55,290	51,965	40,280	29,920	19,740	9,500	3,135
	No. 4	87,780	50,350	31,350	17,195	7,410	3,705	1,880	760	570
	No. 0	87,780	69,825	54,150	34,675	16,910	8,740	4,324	1,900	950
	250 MCM	87,780	76,000	66,025	49,400	28,500	16,530	8,048	3,610	1,900
2,000	2-250 MCM	87,780	81,415	75,525	65,075	43,700	27,000	16,544	6,650	3,610
	2-500 MCM	87,780	83,600	78,850	70,300	54,150	36,100	22,372	10,450	5,700
	No. 4	115,710	55,100	32,110	17,290	6,840	3,610	1,692	570	760
	No. 0	115,710	83,600	60,515	36,100	16,140	8,360	3,948	1,710	1,710
2,000	250 MCM	115,710	95,190	79,610	57,000	29,450	16,150	7,990	3,040	3,325
	2-250 MCM	115,710	105,260	95,475	78,850	47,500	28,500	1,598	6,460	4,750
	2-500 MCM	115,710	108,490	100,700	86,450	58,900	38,000	22,466	9,500	

Las corrientes de falla que aparecen en la lista son los valores simétricos rmc máximos disponibles, basados en transformadores planos de líquido, con impedancias nominales de 4-1/2 o/a para capacidades hasta 300 KVA inclusive, y 5-1/2 o/a para capacidades arriba de 300 KVA, e inclusive la contribución por motores basada en una carga de 100 o/a de motores.



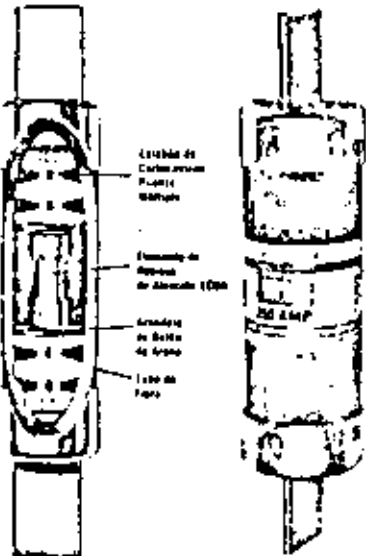
# Fusibles de Baja Tensión

**Fusibles de Cartucho de doble elemento** - Están clasificados por UL según Clase K-9, para 100,000 amperes r.c.m., c.a., de capacidad interruptiva. Son fusibles limitadores de energía con una dilación de tiempo de por lo menos 10 segundos a 500 o/o de su capacidad. Cuando se usan en circuitos de motores reducen al mínimo su operación debido a las corrientes de arranque y en algunos casos permite el uso de interruptores más pequeños. Es el fusible ideal para aplicaciones industriales de servicio general.

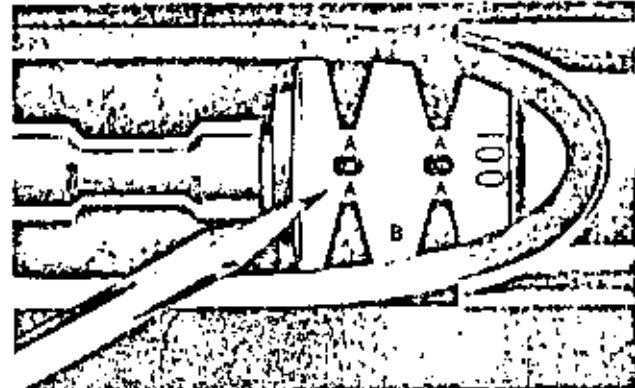
Amperes	230 VOLTS.				600 VOLTS.			
	Catálogo No.	Precio Unitario		Caja de	Catálogo No.	Precio Unitario		Caja de
		PUBLICO	\$ 1000.00 o más			PUBLICO	\$ 1000.00 o más	
1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12.5, 1.25, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.25, 2.5, 2.8, 3, 3.2, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.6, 6.25, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 17.5, 20, 25, 30	Símbolo del catálogo "ECN" seguido por los amperes	11.00	9.50	10	Símbolo del catálogo "ECS" seguido por los amperes	25.00	21.00	10
35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100		19.50	18.00	10		37.50	37.00	10
110, 125, 150, 175, 200	amperes	44.50	42.00	5	85.50	81.00	5	
225, 250, 300, 350, 400		97.00	90.00	1	169.00	152.50	1	
450, 500, 600		175.00	165.00	1	319.00	321.00	1	
		268.00	248.00	1		457.00	1	

Tipo "Ferula" (casquillo), 60 amp. y menos. Tipo de navaja, 65 amp. y mayores.

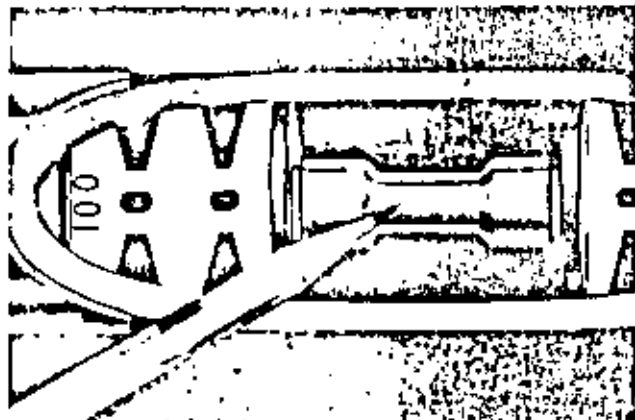
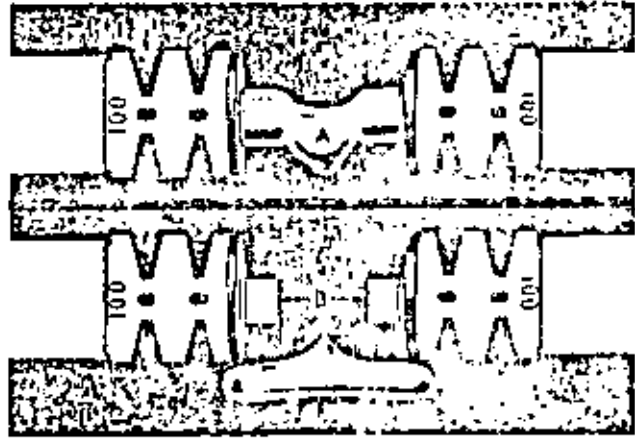
Para información detallada, solicítense las hojas Descriptivas Clase 1330 en español.



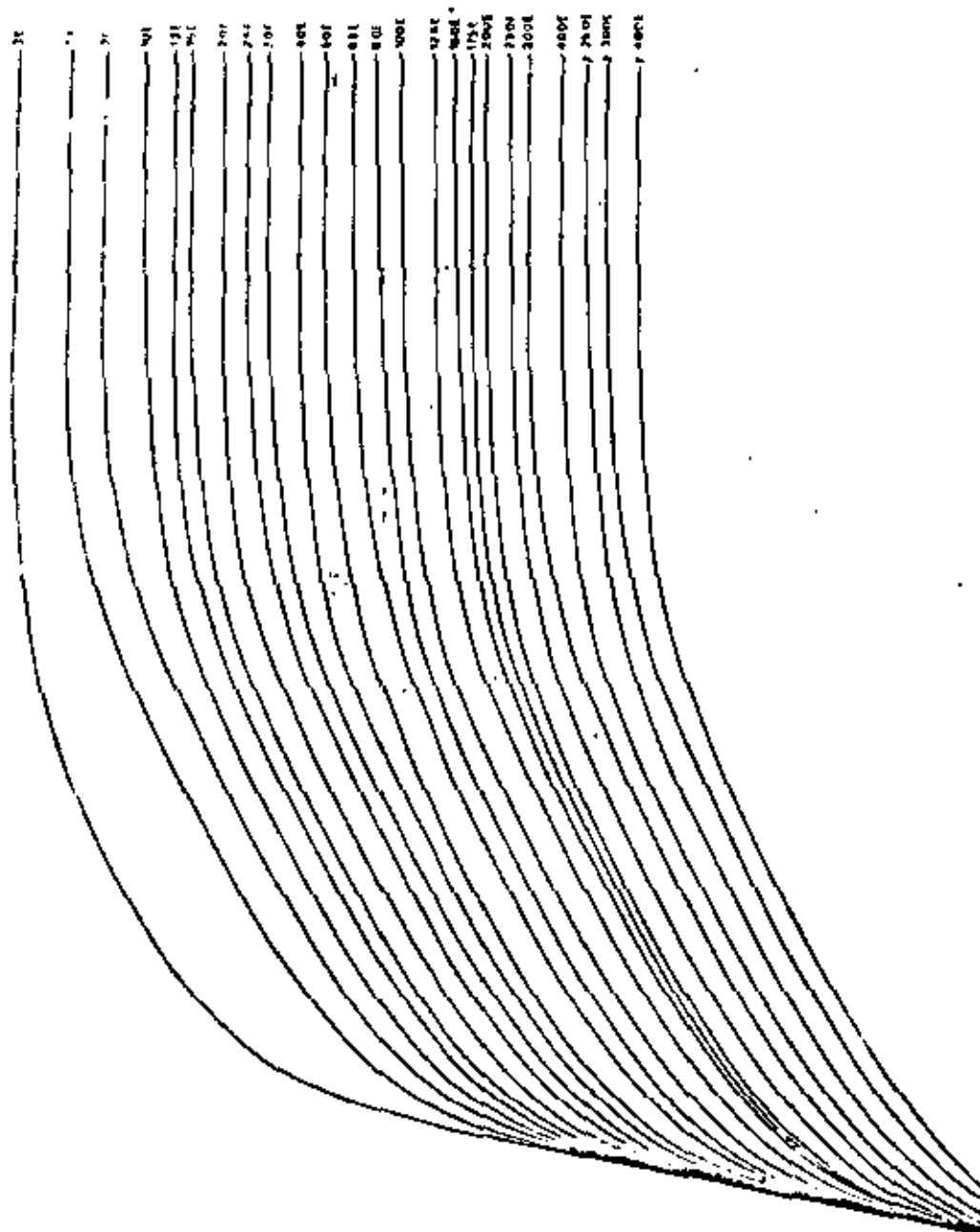
**Acción instantánea en corto circuito.** Los eslabones de cualquier extremo abren el circuito inmediatamente cuando se produce un "corto" peligroso. Las argantas (A) funden instantáneamente provocando la caída de las secciones más pesadas (B) interrumpiendo el circuito completamente.



**Acción rápida y positiva en caso de sobrecarga peligrosa.** Cuando la sobrecarga excede límites de calor y de tiempo que se determinan de antemano, la aleación Econ (A) cambia instantáneamente de sólido a líquido, interrumpiendo positivamente el circuito. ATENCIÓN! LA DISTANCIA (entre hierro) MUY GRANDE (B) PROPORCIONAN UN "CORTE SEGURO" DEL CIRCUITO... EVITA LA FORMACION DE UN ARCO.



Retraso en sobrecargas momentáneas e inofensivas. El elemento térmico de la exclusiva aleación ECON absorbe sobrecargas inofensivas hasta 500 o/o... el retraso calibrado evita interrupciones innecesarias... evita tiempos perdidos.



TOTAL CLEARING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES  
SM REFILL UNITS -- STANDARD SPEED

**NOTE** - These units are subject to variations with the appropriate description in UNIFIED Standard Specifications for Power Tools and Tools (the following Specification, C.37.46.1962) in accordance with their standards, which are based on 100% holding with the full use of an automatic reciprocating of 20 C and an extra hand grip, maximum reciprocating speed is not less than 200% of rated line voltage rating.

**CONSTRUCTION** - Fully enclosed for dust and dirt. If through TE openings are made, proper dust-proofing means, suitable openings for water which must not allow water to enter, suitable, before, all type of weather construction.

**TOLERANCES** - Curves are plotted in Maximum and Minimum AM tolerances are shown.

**APPLICATION** - Refill units having full clearance of other various applications in a full range of damage by using of various applications. Should it be necessary to replace a broken or failed unit, it is suggested to purchase the effective subject to the above list of units and others.

**COORDINATION** - These units conform with the following standards for a unit with the following a full range, and should be followed in standardizing standards with a standard in "IMPACTING" devices.

Any operating range having time. This is the only one for units with a full range of operation. It is shown that 200% of rating through the rpm which represents by these curves are not set in the design, the reaction for producing more is determined (see Data Bulletin FOR 2) and correction made up the maximum holding force of the "operated" line.

- 1) Where this information is required.
- 2) Where necessary of the tolerance of construction, the unit and a standard in tolerance standards.

There are some cases the maximum speed which may be very desirable for certain, in determining a proper primary but with a necessary power and a more the breaker. The time interval between the clearing operations of the job breaker may be very narrow. Since these requirements, there should be an extremely great force applied between the maximum holding and the speed clearing characteristics of the fan.

The rpm level represented by these curves shows the speed may varied between units - having a maximum holding force of power consumption - very small.

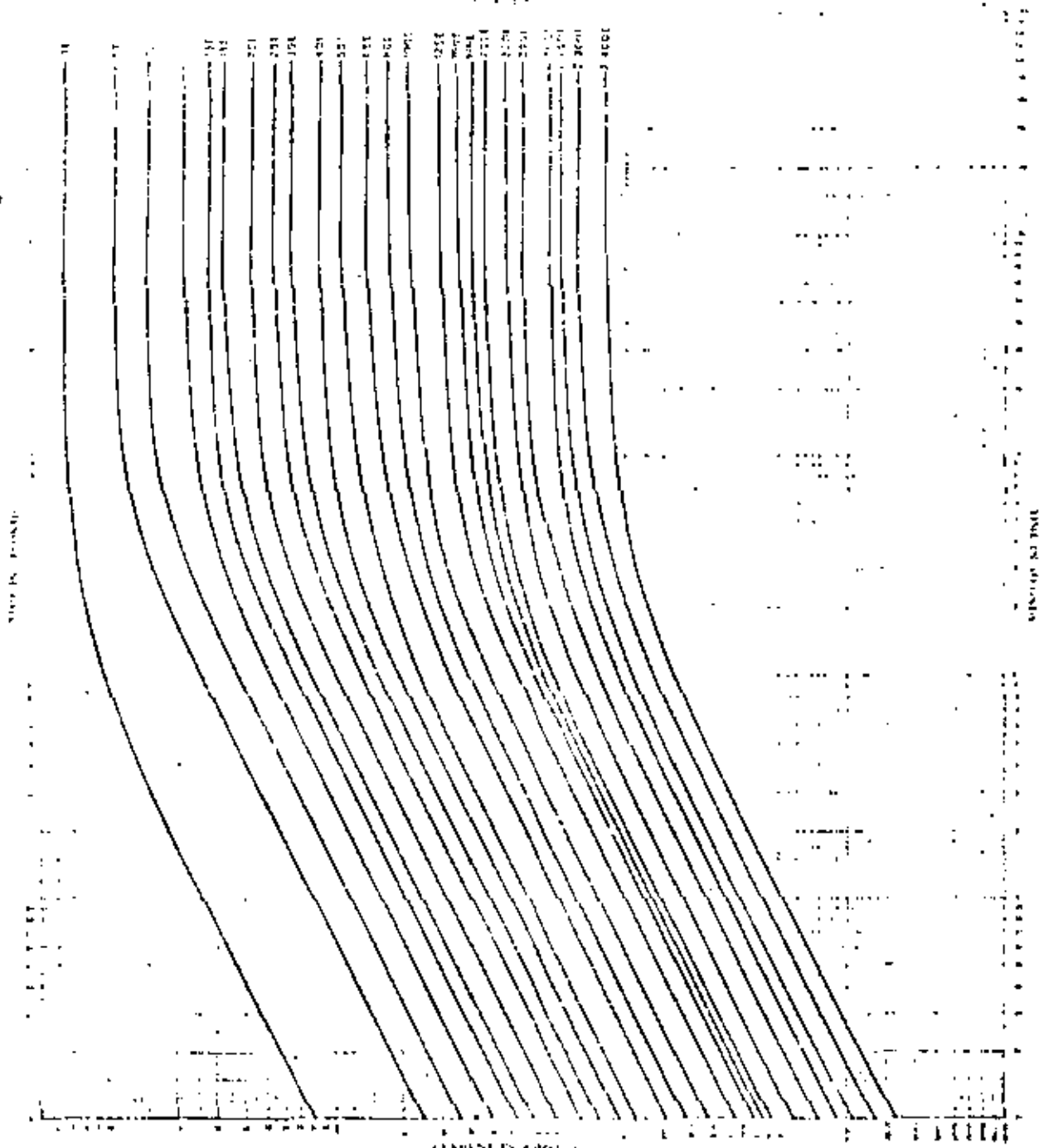
1. As with a full range of operation in minimum holding current - according to the 20% increase of every 1000 RPM and 40% (approximately in terms of time).
2. No "stopping" or "stopping" clearance.

Definition a standard range which will not meet the requirements (operating at 20% holding speed) in this case the position of a higher capacity rating ability will meet the requirements.

On the other hand, the same unit "New" speed, "New" speed for "high-speed" speed will greatly reduce a considerable increase than the use of a higher speed unit in the SMC's unit capacity. Such other quality, not only appropriate tolerance from 20% to 40%, but 40% to 60% of units? In addition, they also reduce the use of "stopping" or "stopping" clearance. The unit price of these two factors will give a good effect between the holding and total clearing force greater than in the case of SMC speed setting.

**REFILL UNITS AVAILABLE:**

Model Unit	St. Max. Rating	Amperes Rating
SM-4	7.2 and 14.4	33 through 200
SM-1	4.16 through 14.4	33 through 400



### MINIMUM MELTING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

#### SM REFILL UNITS - STANDARD SPEED

**BASIS** - These refills are tested in accordance with the procedures described in Section 10-10 of the specification for 1000 units and 1000 units. The test is run at 27.5°C in accordance with the standard curve. The test is run at 27.5°C and the unit is held at an average temperature of 27.5°C for the entire test. The melting time is the time from the start of the test to the time the unit is completely melted.

**CONSTRUCTION** - These refills are made of a high quality plastic material. The refills are made of a high quality plastic material. The refills are made of a high quality plastic material. The refills are made of a high quality plastic material.

**TOLERANCES** - Curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values.

**APPLICATION** - These refills are used in accordance with the procedures described in Section 10-10 of the specification for 1000 units and 1000 units. The test is run at 27.5°C in accordance with the standard curve. The test is run at 27.5°C and the unit is held at an average temperature of 27.5°C for the entire test. The melting time is the time from the start of the test to the time the unit is completely melted.

**COORDINATION** - The minimum melting time curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values.

There are cases where the minimum requirements may be met by using the 1000 unit refills. The 1000 unit refills are made of a high quality plastic material. The refills are made of a high quality plastic material. The refills are made of a high quality plastic material.

- The refills are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values.
1. As high as 100% total tolerance at maximum melting time.
  2. As low as 100% total tolerance at minimum melting time.

The curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values.

These curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values.

Do not assume that the curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values. The curves are plotted to maximum and minimum values.

**REFILL UNITS AVAILABLE**

Refill Unit	As Made Range	Asplu's Range
SM 4	1.2 through 14.5	11 through 2100
SM 5	1.2 through 14.5	11 through 4100
SM 6	1.2 through 14.5	11 through 1000



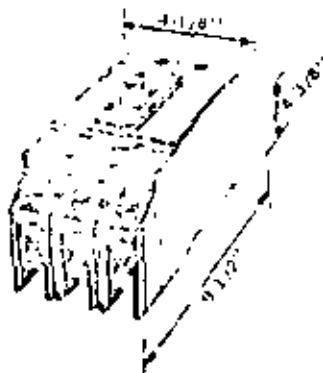
# Interruptores Termomagnéticos Tipo Industrial

CLASE  
1500

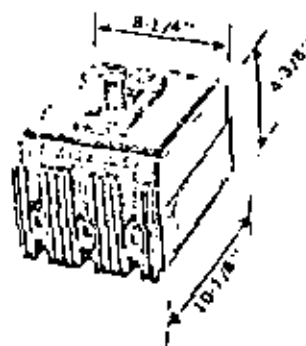
## Tabla de Selección

### Características de los Interruptores Termomagnéticos

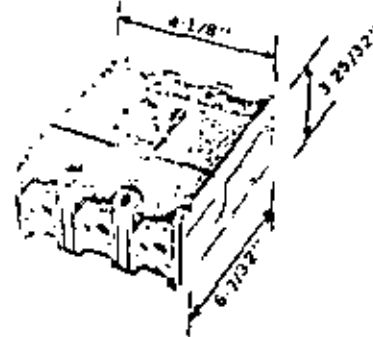
Modelo	Amperes	TENSION MAXIMA		No. de Polos	CAPACIDAD INTERRUPTIVA AMPERES ASIMÉTRICOS RMC (AMPERES SIMÉTRICOS RMC) POR LOS UNDERWRITERS' LABORATORIES INC'				ZAPATAS DE COBRE/ALUMINIO		
		C. A.	C. C.		240V	480V	600V	C. C.	Rango	Calibre del Conductor	
										Min.	Max.
NEF-R	15-100	480	250	2,3	20M (14M)	15-M (14M)	—	10M	15-100	No. 14	No. 1/0
NFJ-R	70-225	600	250	2,3	25M (22M)	20M (18M)	15M (14M)	10M	70-225	No. 4	300MCM
NJL-R	70-500	600	250	2,3	50M (42M)	35 M (30M)	25 M (22M)	20M	70-225	No. 4	600MCM
									250-300	No. 4	400 MCM
									350-500	{ No. 2/0 No. 4 }	{ 500 MCM 250 MCM }
NM-R	125-1000	600	250	2,3	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	125-350	No. 1	600-MCM
									400-600	2-No. 3/0	2-600MCM
									700-1000	3-250 MCM	1-500 MCM



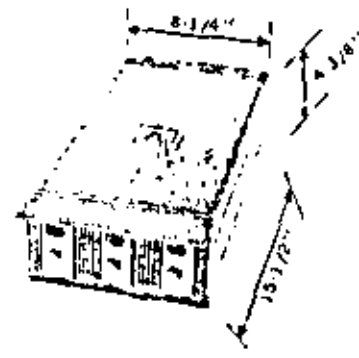
NEF-R



NFJ-R



NJL-R

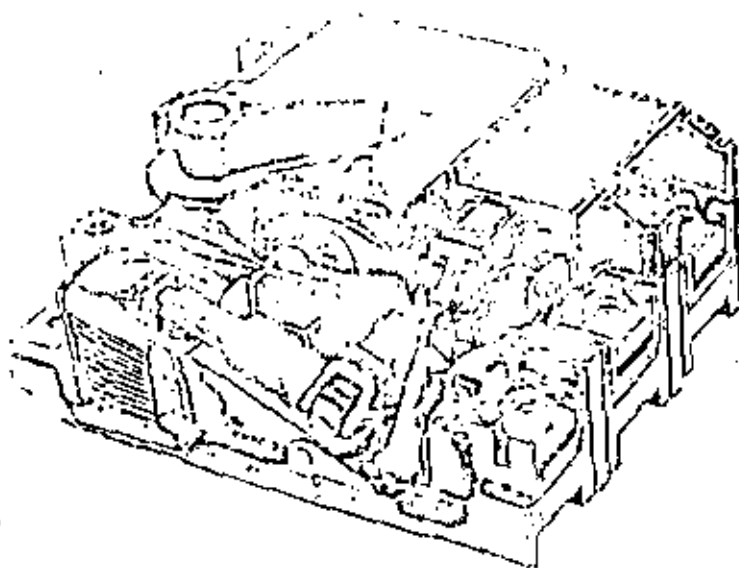


NM-R

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descripti



Corte del interruptor N2L de manija rotatoria.

Los interruptores termomagnéticos en caja moldeada de la Federal Pacific están diseñados para protección de sistemas de distribución de baja tensión. Estos interruptores industriales son adecuados como interruptores principales y para protección de circuitos ramales y de alimentación, así como de los aparatos conectados a ellos. Ofrecen protección contra sobrecarga para los conductores y protección contra cortocircuito para todos los elementos del circuito tales como conductores, motores y arrancadores y se ofrecen en construcción de manija rotatoria.

Los interruptores en caja moldeada se usan en tableros del tipo panel, tableros de distribución, centros de control, resistores de arranque para motores, combinaciones de arrancador-interruptor, y unidades de enchufar en electroducto. En estos diversos tipos de dispositivos, los interruptores cumplen con todos los requisitos que se exigen en los circuitos de distribución de luz y fuerza. Se han diseñado primordialmente para protección de los conductores. Aunque los interruptores industriales pueden usarse para otros objetos distintos de la protección de conductores, recomendamos que se piense cuidadosamente sobre el caso antes de usarlos para otro objeto.

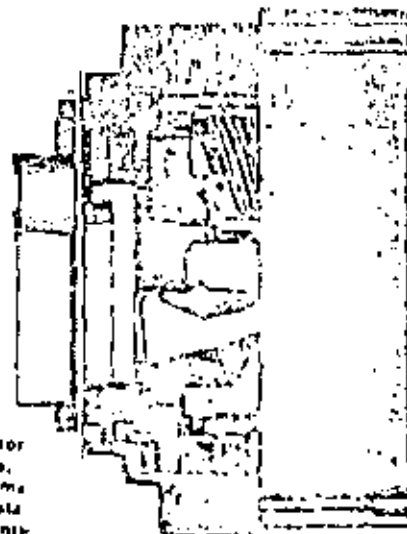
Las capacidades de corriente de los interruptores de la Línea de Alta Capacidad Interruptiva del Tipo Industrial de la Federal Pacific corresponden en general a las capacidades normales del Código Nacional Eléctrico de México y al NEC Americano, párrafo 240-7b. Véase la Tabla en la página 5.

## INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS NORMALES EN CAJA MOLDEADA.

La información descriptiva y los datos técnicos de este boletín se aplican primordialmente a los interruptores normales en caja moldeada de la Clase 1410 —que son los que se usan con más frecuencia en sistemas de distribución. Sin embargo, cuando se requieren capacidades muy altas de interrupción (se puede disponer, de la línea "H" de F.P.E.M. de los interruptores con las mismas características mecánicas, tamaños y capacidades de corriente de los interruptores normales.

## INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA, DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA LINEA "H".

Los interruptores de la línea "H", Clase 1420, se destacan porque ofrecen alta capacidad interruptiva a una fracción del costo de métodos convencionales de interrupción, tales como interruptores en aire, blindados, transformadores de alta impedancia y reactores limitadores de corriente. Además de ser de un costo reducido, como dispositivos de alta interrupción.



Corte del interruptor de manija rotatoria, mostrando la forma en que la manija está conectada al mecanismo.



# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Hoja descriptiva

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Principio de ionización de la cámara de arco.

Extingue los arcos aproximadamente en 1/2 ciclo.



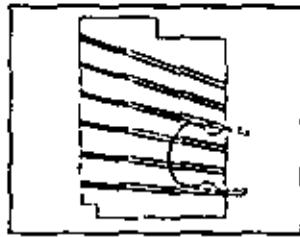
1. Muestras de acero paralelas rodean los contactos fijos y móviles.



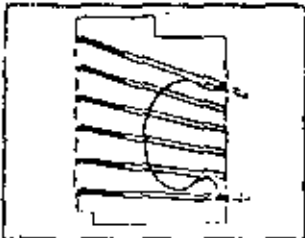
2. Contactos cerrados.



3. Contactos abriéndose y formación del arco.



4. Extensión del arco hacia la garganta de la cámara de arco.



5. Arco a punto de romperse.



6. Arco rota en segmentos, enfriado y extinguido.

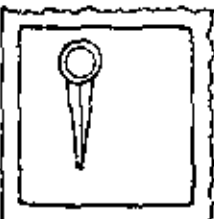
Manija rotatoria del interruptor en sus posiciones de operación.



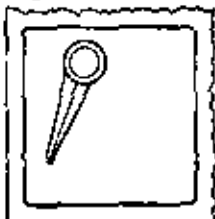
Posición de "CONECTADO": La manija en esta posición indica que el circuito está "cerrado".



Posición de "DISPARO" (desconexión): Cuando el interruptor dispara automáticamente debido a una sobrecarga o corto-circuito.



Posición de "DESCONECTADO": La manija queda en esta posición cuando el circuito está "abierto".



"RESTABLECER": Para restablecer el interruptor después de una desconexión, la manija se gira del centro a "restablecer".

**REDUCCIÓN DE TIEMPOS MUERTOS Y DE MANTENIMIENTO:** Los interruptores termomagnéticos son diseñados para servicio repetitivo, para larga vida, libres de mantenimiento y evitan paros costosos e innecesarios. Debido a que el interruptor es un dispositivo restablecedor, la corriente es restablecida en sólo cuestión de minutos después de que se ha corregido una sobrecarga o una falla.

**COSTO REDUCIDO DE OPERACION:** Al incorporar alta presión de contacto, aleaciones de plata y contactos de presión directa, en los interruptores termomagnéticos se ofrece mucho menor resistencia a la corriente eléctrica que los clips para fusibles, conexiones atornilladas y conexiones articuladas en un dispositivo para fusibles, con una menor pérdida por calentamiento, con el consiguiente ahorro en gastos de corriente.

**PROTECCION CONTRA OPERACION MONOFASICA:** Una falla o sobrecarga en cualquier fase abre todos los polos del interruptor, reduciendo a su mínima la posibilidad de que los motores portátiles trabajen monofásicamente.

**ELEMENTOS DE PROTECCION DOBLE:** Los elementos térmicos bimetalicos protegen contra sobrecarga cuando la desconexión a tiempo inverso es deseable y los elementos magnéticos disparan el interruptor instantáneamente en caso de fallas de corriente peligrosas.

**MAXIMO DE SEGURIDAD:** Los interruptores en caja moldeada son completamente de frente muerta; por lo tanto, el personal no queda expuesto a partes "vivas".

**A PRUEBA DE ALTERACIONES:** El interruptor completo, o la unidad de disparo es sellada en la fábrica para evitar intervenciones indebidas o alteraciones en su capacidad.

## CONSTRUCCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS NORMALES Y DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA.

Los interruptores termomagnéticos proporcionan a mismo tiempo dirección en la sobrecarga y protección instantánea contra cortocircuito y se componen de tres elementos: (1) unidad de disparo, (2) mecanismo del interruptor y (3) cámara de arco.

Un interruptor termomagnético es esencialmente un interruptor de carga con elementos repetitivos de protección. El mecanismo del interruptor se puede operar manualmente, usando la manija o automáticamente con la liberación de un gatillo de disparo accionado por la unidad de disparo. Las características siguientes son las específicas de la construcción de los interruptores Termomagnéticos en Caja Moldeada Federal Pacific.

**TOTALMENTE ENCERRADOS EN UNA CAJA MOLDEADA:** Las cajas de resina fenólica proveen gran resistencia al impacto y alta fuerza dieléctrica, proporcionando una caja robusta que contiene el mecanismo de operación.

**MANIJA ROTATORIA DE CUATRO POSICIONES:** La posición de la manija rotatoria da una indicación positiva del interruptor cuando está "Conectado", "Desconectado" o en posición de "Disparo" aun viéndose a distancia. También hay una cuarta posición de "Restablecer", para indicar la debida operación para restablecer o reconectar el circuito después de un disparo o desconexión automática.

**COJINEYES RESISTENTES A LA CORROSION:** Los cojineyes de diferentes metales proporcionan una operación suave, de baja fricción. El templeado y el acabado a prueba de corrosión de todas las partes móviles también aseguran una larga vida del interruptor.

**CALIBRACION SELLADA POR LA FABRICA:** Cada interruptor termomagnético se calibra, sella y prueba en sobrecargas para asegurar su operación adecuada y su capacidad eléctrica invariable. En los marcos NM y HM, las unidades de disparo se sellan y se prueban individualmente, siendo intercambiables con la simple remoción de la cubierta del interruptor.

**PROTECCION ADECUADA Y EXACTA:** Todas las partes del dispositivo de disparo tienen superficies esmeriladas y pulidas y son tratadas térmicamente para evitar distorsiones. Los bimetales son tratados térmicamente reteniendo su calibración en forma permanente.

**ZAPATAS MECANICAS DE PRESION SIN SOLDADURA:** Normalmente se usan zapatas mecánicas de presión sin soldadura, con todos los interruptores para lograr conexiones firmes y duraderas.

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos nominales y de alta capacidad interruptiva

Hoja de Dimensiones

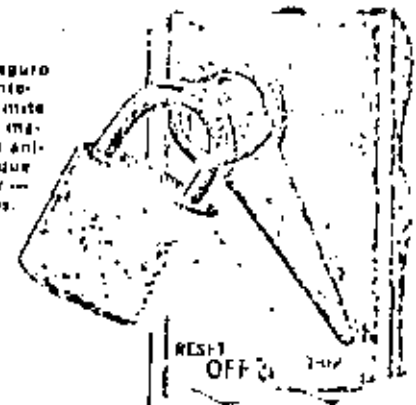
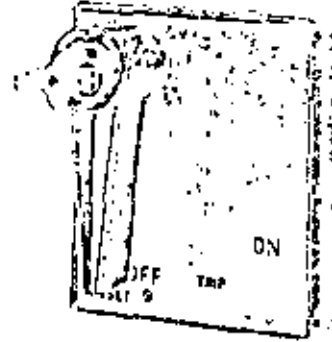
rapidez. La manija, robusta de tamaño adecuado a la mano de un hombre, ofrece la ventaja de seguridad y la facilidad de ver sus diferentes posiciones a distancia.

**CIERRE:** Todos los interruptores termomagnéticos de manija rotatoria incluyen un anillo de cierre retráctil que acepta hasta 3 candados para lograr un máximo de seguridad.

**MANIJA INTEGRAL (TIPO ROTATORIO):** La manija rotatoria forma parte del mecanismo del interruptor.

Este diseño elimina los mecanismos externos de la manija de extensión, que ofrece muchos inconvenientes. Cuando los interruptores de manija rotatoria se colocan en un gabinete provisto de puerta, sólo se requiere un simple corte adecuado en la puerta.

**BLOQUEO MECÁNICO DE PUERTA (Tipo de Manija Rotatoria):** La barra y el tope de enclavamiento se pueden proporcionar, son de montaje fácil en el interruptor para bloquearlo con la puerta. Una junta alrededor del corte de la puerta proporciona un selló que protege contra el polvo y el aceite. Una barra de enclavamiento se desliza dentro de una ranura del interruptor y queda asegurado en el interruptor. El entrelace mecánico de la puerta evita que se abra sin autorización cuando el interruptor está en la posición de "Cerrado". El entrelace mecánico puede ser librado por el personal autorizado.



Dispositivo de seguro exclusivo para interruptor, que permite el bloqueo de la manija mediante su anillo retráctil que puede acomodar hasta 3 candados.



El juego del entrelace mecánico consiste de un junta, una barra de enclavamiento, un tope y un motorizador y una placa de "puerta abierta"

TABLA I - DATOS PARA SELECCION

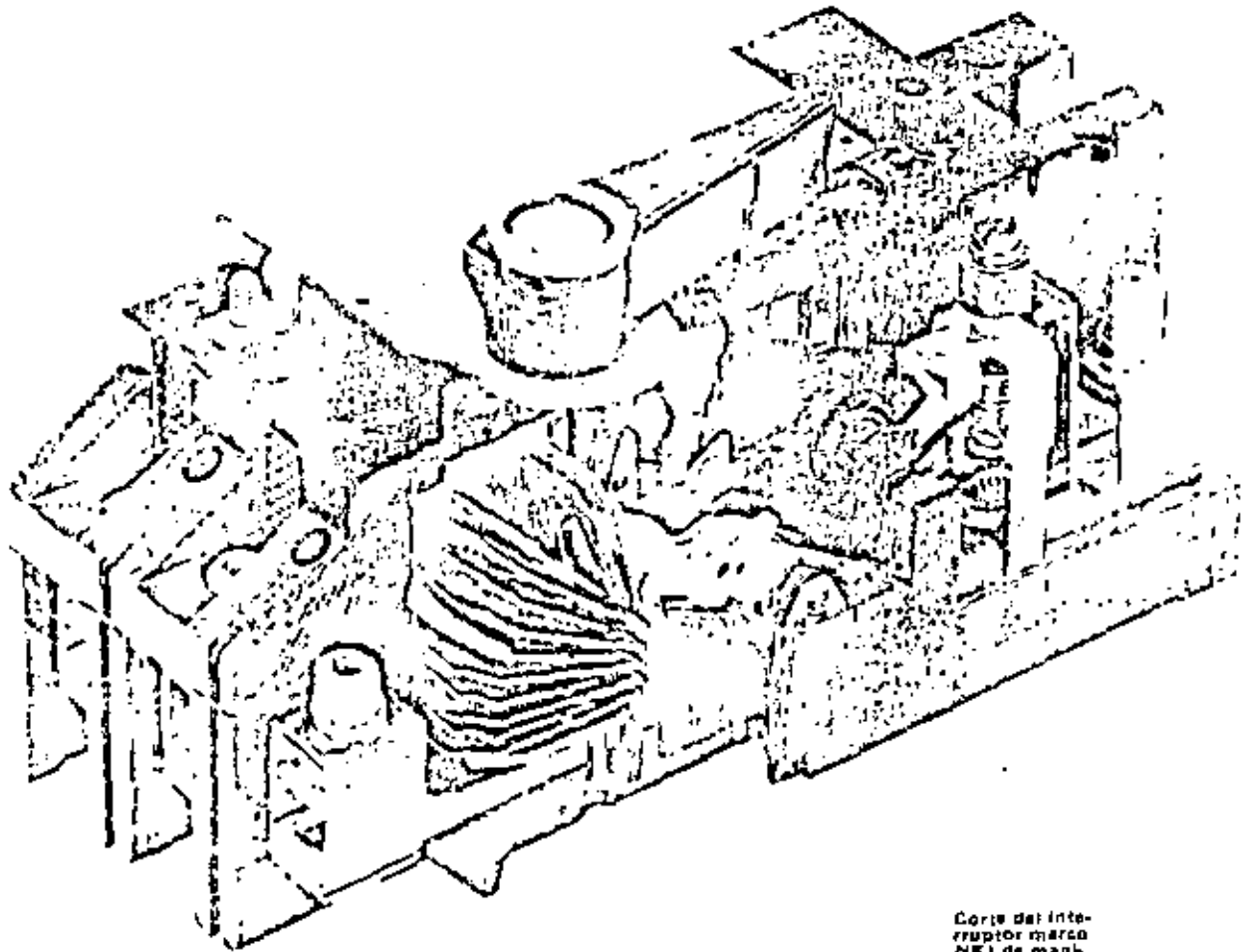
Tipo	Polos	Capacidad en amperes.	TENSION (Volts)		U.L. CAPACIDADES INTERRUPTIVAS ASIMÉTRICAS—AMPERES RCM					Ajuste del disparo magnético	Unidad de disparo InterCamb.
			C.A.	C.C.	U.L. Valores simétricos entre ( )						
					C. A.				C. C.		
120 240 480 600											
INTERRUPTORES NORMALES											
NB (NGM)	1	15-50	120/240	—	+5M(10M)	—	—	—	—	—	—
	2	15-100	120/240	—	+5M(10M)	—	—	—	—	—	—
	3	15-100	240	—	—	+5M(10M)	—	—	—	—	—
NEF	2	10-160	480	125/250	—	20M (18M)	15M (14M)	—	10M	—	—
	J	10-100	480	125/250	—	20M (18M)	15M (14M)	—	10M	—	—
NFJ	2,3	70-225	600	250	—	25 (22)	20 (18)	15M (14M)	10M	Si	—
NJL	2,3	70-500	600	250	—	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	Si	—
NM	2,3	125-1000	600	250	—	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	Si	Si
INTERRUPTORES DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA											
HEF	2,3	15-100	600	250	—	75M (65M)	30M (25M)	20M (18M)	10M	—	—
HFJ	2,3	70-225	600	250	—	75M (65M)	30M (25M)	20M (18M)	10M	Si	—
HJL	2,3	70-500	600	250	—	75M (65M)	40M (35M)	30M (25M)	20M	Consultar con la fábrica.	
HM	2,3	125-1000	600	250	—	75M (65M)	40M (35M)	30M (25M)	20M	Si	Si

\* Los valores simétricos son iguales a los valores asimétricos.

## INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva



Corte del interruptor marca NF) de manija rotatoria.

### CIRCUITOS DE MOTORES Y SELECCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

Aunque los interruptores se pueden aplicar para protección de sobrecorriente de motores, cuando se cumple con los requerimientos del Artículo 430 del N.E.C., esas aplicaciones no son recomendables para interruptores del Tipo AB. Por lo tanto, las siguientes recomendaciones están limitadas al uso de un interruptor, como protector de un circuito.

Para la mayoría de las aplicaciones, especialmente aquellas donde el comportamiento de arranque del motor no se conoce, las reglas máximas del N.E.C. se deben seguir.

Ocasionalmente se pueden usar interruptores de más baja capacidad con buenos resultados, cuando las características del motor son bien conocidas.

Los requerimientos del interruptor termomagnético va-

rían, dependiendo de si hay uno o varios motores en el circuito.

**CIRCUITO CON UN SOLO MOTOR:** El interruptor debe tener una capacidad continua de no menos de 115% de la corriente a plena carga del motor. Sección N.E.C. 4347.) Antes de aplicar un interruptor de una capacidad igual o cercana al 115% de la carga completa del motor, revise para determinar el efecto de cualesquiera de las siguientes condiciones: alta temperatura ambiental, calentamiento dentro de la cubierta del interruptor debido al agrupamiento de dispositivos que consumen corriente, arranque frecuente de motores y aceleración de los motores durante un periodo largo. Los motores con letras de código que no sean las letras de la "A" a la "J", pueden ocasionar disparos magnéticos instantáneos del interruptor cuando se seleccione con la norma de 115%, por lo tanto se deben consultar las curvas del interruptor para evitar esos disparos innecesarios.

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

TABLA 2

AMPERES A PLENA CARGA DEL MOTOR  
Valores promedio para todas las velocidades y frecuencias.

No.	Monofásico C.A.			Polifásico C.A. (tipo de inducción) Jaula de ardilla y rotor derivado								Corriente directa		
	115 volts	230 volts	440 volts	110 volts		220 volts		440 volts		550 volts		115 volts	230 volts	550 volts
				3-F 4 hilos	2-F 4 hilos	3-F 4 hilos	2-F 4 hilos	3-F 4 hilos	2-F 4 hilos	3-F 4 hilos	2-F 4 hilos			
1/60	3.2	1.6												
1/74	4.5	2.3												
1/72	7.6	3.7		4	4	2	2	1	1	.8	.8	4.0	2.3	1.4
3/4	10.2	5.1		5.6	4.4	2.4	2.4	1.4	1.2	1.1	1.1	6.6	3.3	1.8
1	13	6.5		7	5.4	3.2	3.2	1.8	1.6	1.4	1.3	8.6	4.3	2.6
1 1/2	18.4	9.2		10	7.5	4.5	4.5	2.5	2.2	2.0	1.8	12.6	6.3	3.4
2	24	12		13	11.2	6.5	6.5	3.3	2.8	2.6	2.2	16.4	8.2	4.4
3	34	17				9	8	4.5	4	4	3	24	12	6.3
3 1/2	46	23				15	13	7.5	7	6	5	41	20	10.6
4	56	28				22	19	11	9	8	6	58	29	14.8
5	66	33	21			27	24	14	12	11	10	78	38	19.8
6	76	38	26			40	34	20	17	16	14	112	56	27.2
7	86	43				45	39	25	21	21	18	148	74	34.6
8	96	48				52	45	30	26	26	22	184	92	42.0
9	106	53				61	52	38	31	31	27	220	110	50.4
10	116	58				67	57	44	37	37	31	256	128	57.8
11	126	63				78	67	52	44	44	36	292	146	65.2
12	136	68				104	88	70	59	59	43	328	164	72.6
13	146	73				125	108	84	71	71	52	430	215	96.5
14	156	78				150	129	100	85	85	60	530	265	120.5
15	166	83				185	158	130	108	108	74	630	315	144.5

Estos valores de corriente de carga plena son para motores trabajando a velocidades usuales para motores con bandas y motores con características de par normal. Los motores construidos para velocidades especialmente bajas o de alto par pueden requerir corrientes normales más altas, en este caso se debe considerar la corriente indicada en la placa.

Para proteger motores de un caballo o menos, ver Sección 430.32 NEC. La corriente en el conductor común de un sistema de 2 fases, 3 hilos, será de 1.41 veces el valor dado.

Para las corrientes a carga plena de motores de 208 a 200 volts, aumente la corriente a carga plena del motor a 220 volts en un 6 ó 10% respectivamente. Para corrientes a carga plena de motores a 208 y 200 volts, aumente la corriente a carga plena del motor a 230 volts en un 10 y 15% respectivamente.

TABLA 3  
CAPACIDADES DEL INTERRUPTOR AD PARA  
CIRCUITOS DERIVADOS DE MOTORES

Tipo de motor y método de arranque	Capacidad máxima del interruptor en porcentaje de la corriente del motor a plena carga para selección del interruptor.	Seleccione la capacidad del interruptor de la tabla No. 4 - Ver la columna:
<b>Para motores marcados con la letra de código</b>		
Todos los motores monofásicos C.A. y los polifásicos de tipo jaula de ardilla y sincrónicos, con arranque a voltaje pleno con resistencia o reactor:		
Letra de código A	150	1
Letras de código B & E	200	2
Letras de código F & V	250	3
Todos los motores de C.A. del tipo de jaula de ardilla y sincrónicos de arranque con autotransformador:		
Letras de código A	150	1
Letras de código B & E	200	2
Letras de código F & V	200	2
<b>Para motores que no están marcados con letra de código</b>		
Monofásicos de todos los tipos.		
Motores tipo jaula de ardilla y sincrónicos (arranque a tensión plena con resistor y reactor)	250	3
Motores tipo jaula de ardilla y sincrónicos (arranque con autotransformador)	250 200	3 2
Tipo jaula de ardilla de alta reactancia:		
no más de 30 amps	250	3
más de 30 amps	200	2
Motor Derivado.	150	1
Corriente Directa	150	1

Las tolerancias anteriores se pueden aumentar hasta un 400 o/o de la corriente del motor de carga plena si se encuentra que no son satisfactorias para el arranque. A menudo se pueden usar valores más altos, hasta llegar a un mínimo de 115 o/o de la carga plena del motor.

TABLA 4

CAPACIDADES MAXIMAS DE INTERRUPTORES PARA CIRCUITOS DE MOTORES.

Corriente a plena carga del motor (Amp.)	Corriente máxima del interruptor del motor (Amperes)		
	Columna		
	150 o/o	200 o/o	250 o/o
3 a 6	15	15	15
7	15	15	20
8	15	20	20
9, 10	15	20	30
11, 12	20	10	30
13	20	30	40
14, 15	30	40	40
16	30	40	40
17 a 20	30	40	50
22, 24	40	50	70
26	40	70	70
28	50	70	70
30, 32	50	70	100
34	70	70	100
36 a 40	70	100	100
42 a 45	70	100	125
48, 50	100	100	125
52 a 60	100	125	150
62	100	125	175
64, 66	100	150	175
68, 70	125	150	200
72, 74	125	150	200
76 a 80	125	175	200
82	125	175	225
84, 86	150	175	225
88, 90	150	200	225
92 a 100	150	200	250
105, 110	175	250	300
115	175	250	300
120	200	250	300
125	200	250	350
130	200	300	350
135, 140	225	300	350
145, 150	225	300	400
155, 160	250	350	400
165	250	350	500
170, 175	300	350	500
180 a 200	300	400	500
210 a 230	350	500	600
240	400	500	600
250	400	500	600
260	400	600	600
270 a 300	500	600	600
320	500	600	600
340 a 400	600	600	600

CALIBRE DE LAS ZAPATAS

Interruptor tipo.	Rango en Amperes.	Calibre máximo del conductor
NB	15-70	No. 14- No. 4
	100	No. 6- No. 1/0
NEF, HEF	10-50	No. 4
	70-100	No. 1/0
NFJ, HFJ	10-50	No. 1/0
	70-225	No. 4/0
NJL	70-225	500MCM
	250-350	600MCM
HJL	500	1-250MCM 1-500MCM
	125A-400A	1-600MCM
NM HM	500-600A	2-500MCM
	700-1000A	3-500 MCM

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

## RAZONES POR LAS CUALES LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA NO SE CLASIFICAN EN CABALLOS

A diferencia de los interruptores de navajas los interruptores termomagnéticos no se clasifican por el número de caballos que son capaces de maniobrar, porque pueden interrumpir con toda seguridad corrientes que exceden en mucho el valor a retiro bloqueado de cualquier motor al que se apliquen. Esta característica ha sido demostrada por las pruebas de los Underwriters' descritas en boletín Clase 1-100, página 3. Un interruptor debe pasar una prueba de sobrecarga preparada por los Underwriters' Laboratories, Inc. que consiste en una apertura de corriente de 600 o/o de su valor nominal 50 veces. Como las capacidades de los interruptores para derivación de motores, generalmente son del 125 o/o — 250 o/o de las corrientes del motor a carga plena, esta prueba establece la capacidad del interruptor para interrumpir corrientes con rotor bloqueado.

Después de la prueba de sobrecarga y de otras que se hacen, se exige al interruptor que interrumpa satisfactoriamente su corriente nominal de corto circuito, de acuerdo con su tamaño. Debido a que por su propia definición un interruptor debe "abrir en condiciones anormales... sin dañarse", el interruptor debe continuar en condiciones de operar después de la prueba.

## ESPECIFICACIONES TÍPICAS DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA DE TIPOS NORMAL Y DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA

Los circuitos eléctricos serán protegidos por interruptores termomagnéticos en caja moldeada, como los fabricados por Federal Pacific Electric (o aprobados como iguales). Cada interruptor proporcionará protección contra sobrecarga a tiempo inverso e instantáneo contra circuitos por medio de un elemento termomagnético.

Cuando se usa en centros de control, la manija del interruptor será saliente, proyectándose a través de la puerta y ninguna palanca operadora externa de manija se aplicará. Los interruptores de dos o tres polos tendrán un dispositivo que permita el uso de candados, hasta candados en la posición de "Abierta" o en la de "Cerrada", con puerta "Abierta" o "Cerrada" y tendrá un dispositivo para interconexión con la puerta, de modo que dicha puerta no pueda ser abierta cuando el interruptor está en la posición de "Cerrada" a menos que se libere el bloqueo.

Los interruptores termomagnéticos deben ser de tierra y apertura ultra rápida, con disparo mecánico libre de modo que los contactos no puedan mantenerse "Cerrados" en caso de una sobrecarga o de un corto circuito. El disparo será indicado por medio de la manija en su posición de "Disparado". Los interruptores termomagnéticos serán totalmente cubiertos por una caja moldeada y la parte del interruptor que cubre los elementos calibrados de protección serán sellados en la fábrica para evitar que los toquen personas no autorizadas. La capacidad en amperes será visible claramente al frente del interruptor. Los contactos serán de aleación de plata no fundibles.

## APLICACION DE LOS INTERRUPTORES EN CAJA MOLDEADA EN SERIE CON FUSIBLES LIMITADORES DE CORRIENTE "ECONOLIM" FEDERAL PACIFIC

Si el cálculo de la corriente de falla demuestra que dicha corriente excede la capacidad de los interruptores normales, los interruptores Línea "H" de alta capacidad y los interruptores Fusenatic, los cuales coordinan el mecanismo del interruptor con los limitadores de corriente, se debe considerar la conveniencia de aplicar Fusibles Limitadores de Corriente Econolim en serie con interruptores normales en caja moldeada.

La aplicación de fusibles limitadores de corriente mon-

taos en serie con interruptores del tipo normal o Línea "H" (de alta capacidad interruptiva) no debe confundirse con la instalación de interruptores en Caja Moldeada FPE Fusenatic.

Los fusibles limitadores de corriente Econolim se han diseñado sobre la base de un principio enteramente nuevo que permite una reacción extremadamente corta a corrientes de falla muy altas. Debido a la velocidad a la que operan los Fusibles Econolim, se limita la magnitud y la duración de la corriente de falla a una fracción de su posible valor. Esta característica permite el uso de fusibles y de interruptores en combinaciones, cuando las corrientes de falla pueden llegar hasta 100,000 amperes simétricos R.C.M.

Los tamaños mínimos de los fusibles son aquellos cuya curva característica no cruza la curva del interruptor en un punto donde los fusibles se quemarían frecuentemente en forma repetitiva convirtiéndose en una molestia innecesaria.

La Tabla N° 6 muestra las capacidades máximas de limitación para los lados de línea y de carga. El limitador del lado de la línea nunca debe colocarse en el lado de carga del interruptor. A veces es posible agrupar varios interruptores con un solo juego de limitadores. En ningún caso, el limitador puede ser mayor que:

1. El limitador máximo del lado de línea del interruptor de más baja capacidad en el grupo, ni tampoco
2. El limitador máximo que se puede instalar en el lado de carga del interruptor que controla el grupo.

El total de carga del circuito en un grupo, incluyendo el factor de diversidad, no debe exceder la capacidad del limitador. Los limitadores instalados en el lado de la línea se deben acompañar de un desconectador para la reposición de limitadores.

Más de un limitador usualmente funcionan en fallas elevadas de 3 fases, aunque no siempre es éste el caso. En la mayoría de las veces la energía de de la corriente de fuga es suficiente para operar el interruptor, evitando la operación monofásica, sin embargo, es posible que el interruptor no se abra.

Para evitar operaciones innecesarias de los limitadores, se recomienda usar el máximo de capacidades que se muestran en la página 12.

## ESPECIFICACIONES TÍPICAS PARA USO DE FUSIBLES ECONOLIM EN SERIE CON INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

En los casos en que las corrientes de falla calculadas excedan a las capacidades de los interruptores normales o de alta capacidad Línea "H", se instalarán Fusibles Limitadores de Corriente Econolim de la Federal Pacific, en serie con los interruptores termomagnéticos Federal Pacific con capacidades interruptivas de 100,000 amperes simétricos R.C.M. Los fusibles serán de un diseño que evite la sustitución por diferentes capacidades en el futuro.

Los fusibles cumplirán con todos los requerimientos de NEMA, Pub. — FU-1-1959. Los interruptores termomagnéticos normales y de alta capacidad Línea "H" en caja moldeada usados cumplirán con las especificaciones que aparecen en la Tabla N° 6.

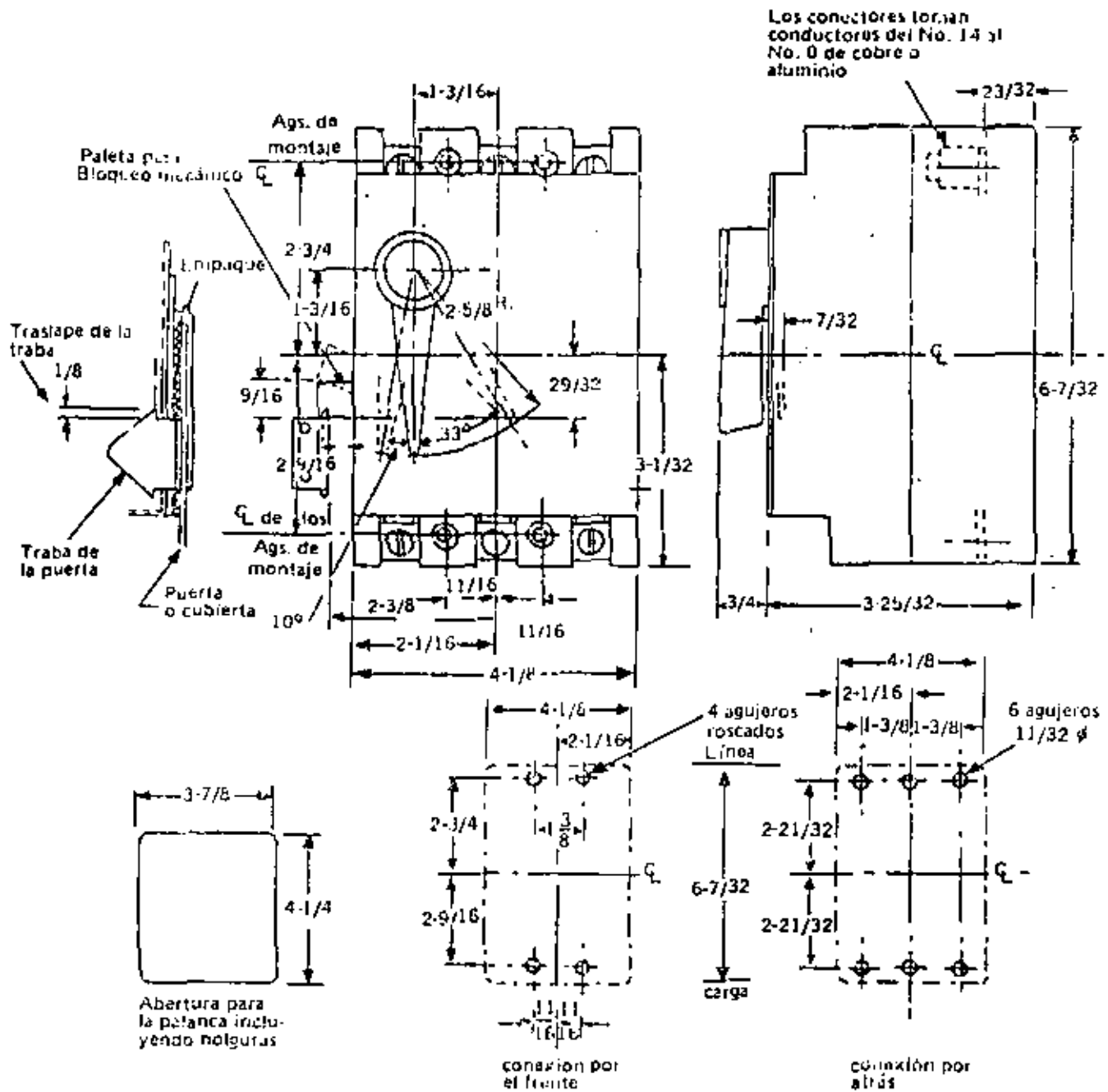
## APLICACION EN CAPACITORES

Para aplicaciones normales en capacitores el interruptor con capacidad 150 o/o mayor que la capacidad de corriente del capacitor será el que se recomiende. Este factor permite las sobrecorrientes armónicas y otros factores similares. Esta selección cumple con los requerimientos del N.E.C. 460-8 que establece que el desconectador debe ser de no menos de 135 o/o de la capacidad del capacitor. Debido a componentes armónicas, las corrientes de operación pueden exceder de 135 o/o, en cuyo caso se hará necesario el uso de un interruptor de mayor capacidad. La temperatura ambiente también se debe tomar en consideración para la selección.

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos NEF y HEF (Rotatorio), 3 Polos, 15-100 Amp. 480 V. C-A, 125/250 V. C-C

Hoja de Dimensiones



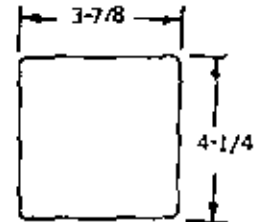
# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos NJL y HJL (Rotatorio), 2 y 3 Polos, 70-500 Amp. 600 V. C-A, 250 V. C-C

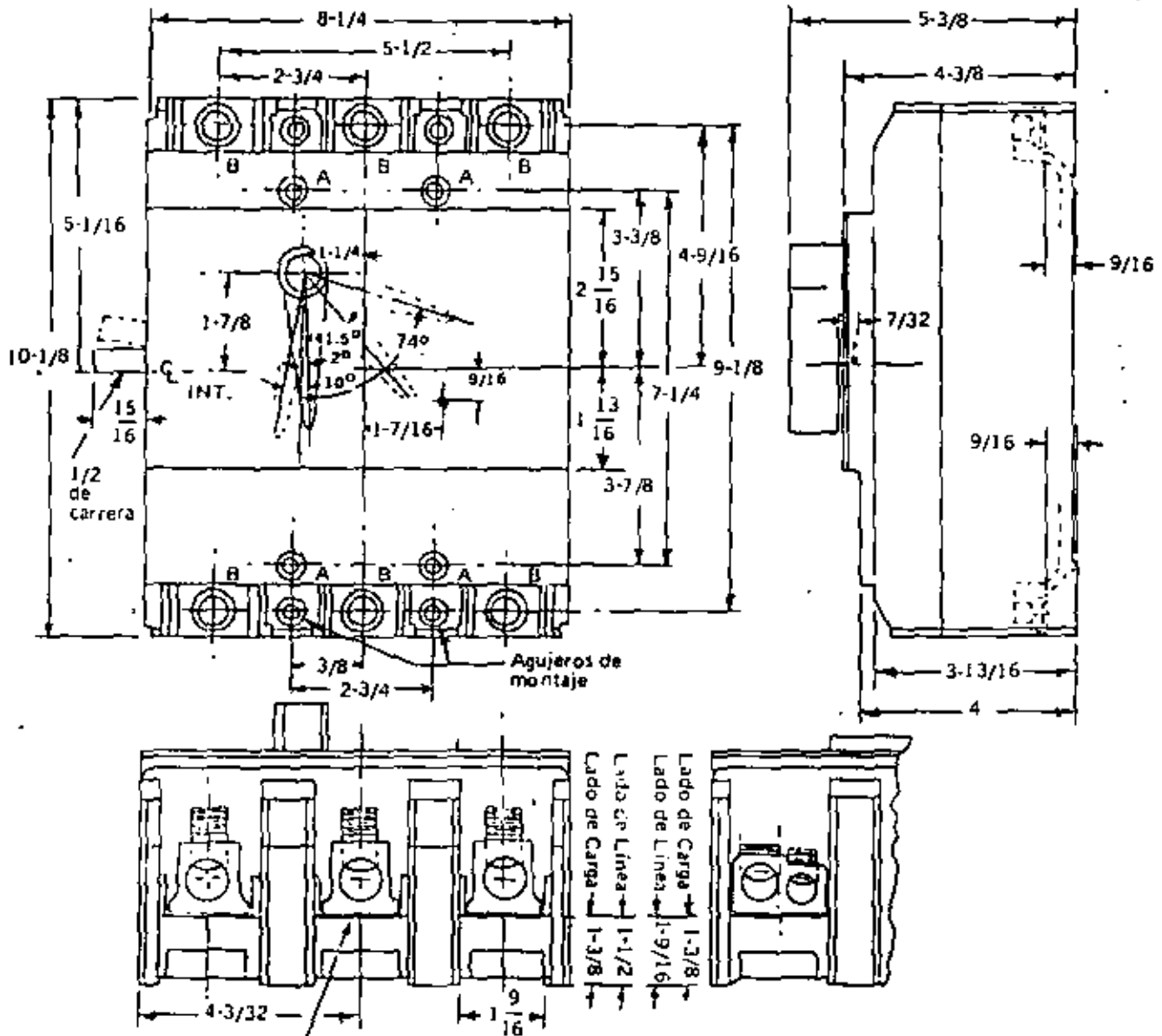
Hoja de Dimensiones

Para montajes del interruptor con conexión por el frente, taládrase haciendo coincidir los agujeros con los marcados "A" (4) ags. 6/16". El interruptor deberá conectarse a tierra mediante el conector previsto.

Para montar el interruptor con conexión posterior, taládrase haciendo coincidir los agujeros con los marcados "B" 9/16" de diámetro, para 70 a 225A y 13/16" de diámetro para capacidades arriba de 225A.



Dimensiones de aberturas para la palanca incluyendo holguras.



Dimensiones sujetas a cambio sin previo aviso.

1) EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Los efectos biológicos de la electricidad son primariamente una función del amperaje aplicado y no del voltaje.

Efectos de una corriente eléctrica de 60 hertz en el ser humano promedio al atravesar el tronco del cuerpo.

Intensidad de la corriente, mA - (contacto de 1 - segundo)	Efecto fisiológico .
1	Umbral de la percepción
5	Máxima intensidad de corriente - - aceptada como inofensiva
10-20	Contracciones musculares involuntarias; a intensidades de corriente más altas empiezan las contracciones musculares sostenidas.
50	Dolor, agotamiento y posible desfallecimiento. Las funciones del corazón y del aparato respiratorio continúan.
100-300	Empieza la fibrilación ventricular, pero las funciones respiratorias se mantienen intactas.
6000	Contracción sostenida del miocardio seguida por ritmo normal del corazón. Parálisis respiratoria temporal. Quemaduras si la densidad de corriente es alta.

Como nos muestra la tabla anterior a medida que la corriente que circula por el cuerpo humano alcanza valores mayores a 1 mA aparecen el dolor y las contracciones musculares involuntarias; a valores de 100 mA la fibrilación cardiaca puede ocurrir. Es interesante hacer notar, sin embargo, que con corrientes mayores a 100 mA, hay una tendencia a que las contracciones musculares sean tan rápidas y violentas que la persona es involuntariamente arrojada lejos del contacto con la fuente de energía eléctrica.

A su paso por el cuerpo humano, la corriente tomará camino por los tejidos de más baja resistividad, siendo éstos los más afectados naturalmente. La resistencia total de ese camino puede variar desde valores ligeramente menores a 1000 ohms, hasta valores alrededor de 100,000 ohms, dependiendo principalmente de la presencia de humedad en mayor o menor grado.



Lo anterior nos da una idea del grave peligro que afronta un individuo que, con piel, ropa o zapatos mojados, entra en contacto, voluntaria o accidentalmente, con dos o más puntos de un sistema eléctrico (conductores, bastidores, corazas, - - tierras, etc.) entre los que existe una diferencia de potencial mayor de 75 volts.

II) SISTEMAS DE DISTRIBUCION

El término sistema aislado de tierra se usa para identificar un sistema en el cual no hay conexión intencional entre los conductores del sistema y la tierra. Sin embargo, existe un acoplamiento capacitivo entre los conductores del sistema y la tierra.

Cuando el neutro de un sistema no está conectado a tierra es posible que aparezcan sobrevoltajes transitorios, de varias veces el normal, durante las maniobras normales de los interruptores del circuito, al ocurrir una falla de línea a tierra.

Ventajas del sistema conectado a tierra:

- 1.- Reducción de gastos de operación y mantenimiento:
  - a) Reducción en magnitud de los sobrevoltajes transitorios.
  - b) Mejora en la protección contra descargas atmosféricas.
  - c) Simplificación de localización de fallas a tierra.
  - d) Mejora de la protección contra fallas del sistema y del equipo.
- 2.- Mejora de la confiabilidad del servicio.
- 3.- Más seguridad para el personal y el equipo.

III) EQUIPO CONECTADO A TIERRA

La puesta a tierra del equipo de un sistema consiste en conectar a tierra las partes metálicas (que no llevan corriente) del alambrado y aparatos conectados al sistema.

El objetivo principal de esta conexión a tierra es limitar la diferencia de potencial entre las partes metálicas del sistema, que no llevan corriente y entre estas partes y tierra, a un valor seguro bajo cualquier condición de operación, normal o anormal, del sistema.

Para lograr este objetivo es necesario construir un sistema de tierra, que mantenga un potencial uniforme en todas las partes metálicas de estructuras y aparatos, y que permita al personal estar siempre al mismo potencial.

El segundo objetivo de la conexión a tierra del equipo es proporcionar un retorno de baja impedancia para la corriente de falla a tierra.

El peligro al personal existe al tiempo que ocurre una falla a tierra. El forzar a la corriente a circular a través de una conexión de alta impedancia puede crear una diferencia de potencial peligrosa.

La importancia de un circuito continuo metálico de baja impedancia en el paso de retorno de la corriente de tierra, se ilustra en la Figura 1.

La Figura 1 muestra un sistema monofásico 120/240 con el neutro del transformador conectado a tierra a través de un electrodo de tierra, el cual tiene una resistencia a tierra de 10 ohms. El tubo conduit está conectado a tierra a través de un electrodo de tierra separado, el cual mide 20 ohms a tierra. Una falla ocurre entre el conductor B y el conduit; la corriente de falla será igual a:

$$I = \frac{120}{20 + 10} = 4 \text{ amp.}$$

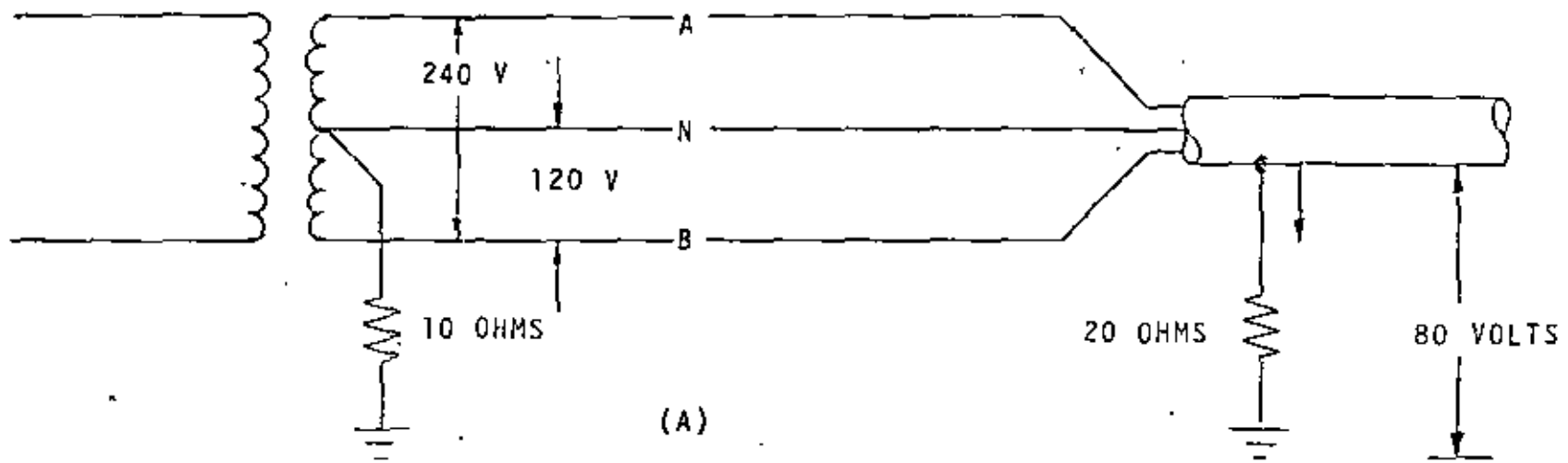
Diferencia de potencial entre el conduit y tierra:

$$V = 4 \times 20 = 80 \text{ volts}$$

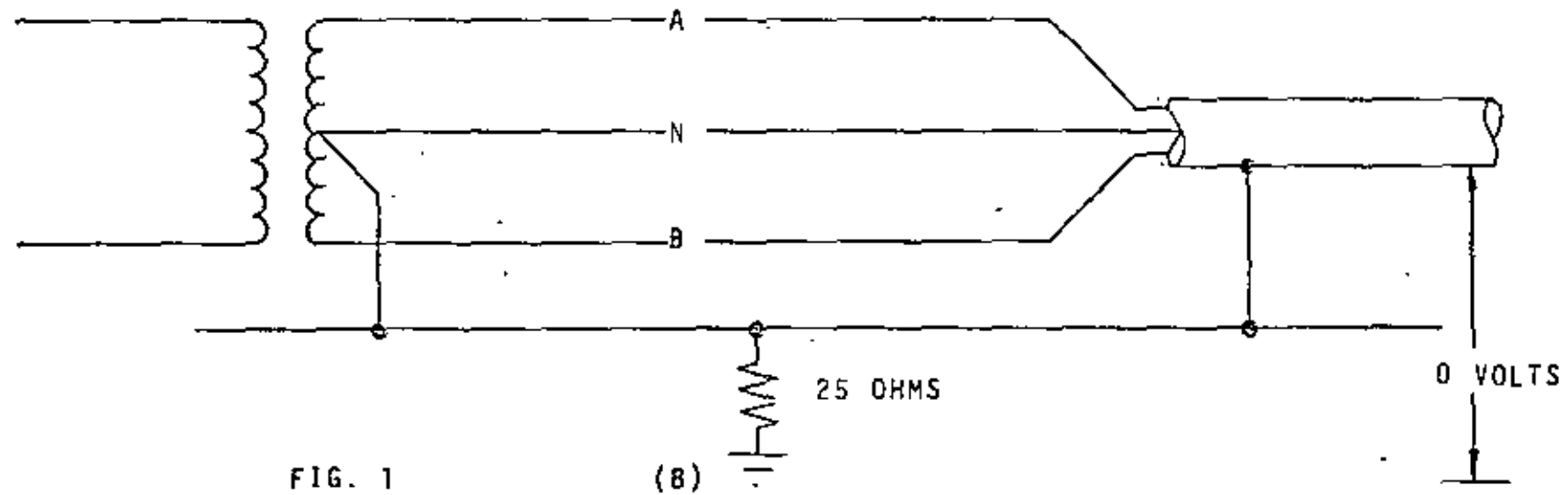
Este voltaje no es necesariamente fatal.

La figura 1-b muestra el mismo sistema con un circuito continuo metálico. La corriente de falla tendrá un valor muy elevado debido al paso de baja impedancia, lo cual causa que operen los dispositivos de protección. Por la resistencia de 25 ohms circula una corriente muy pequeña y el potencial del tubo conduit se mantiene muy cercano al de tierra.

En grandes subestaciones la resistencia del bus de tierra no debe exceder de 1 ohm. En pequeñas estaciones no debe exceder de 5 ohms. En residencias la resistencia debe ser menor a 25 ohms.



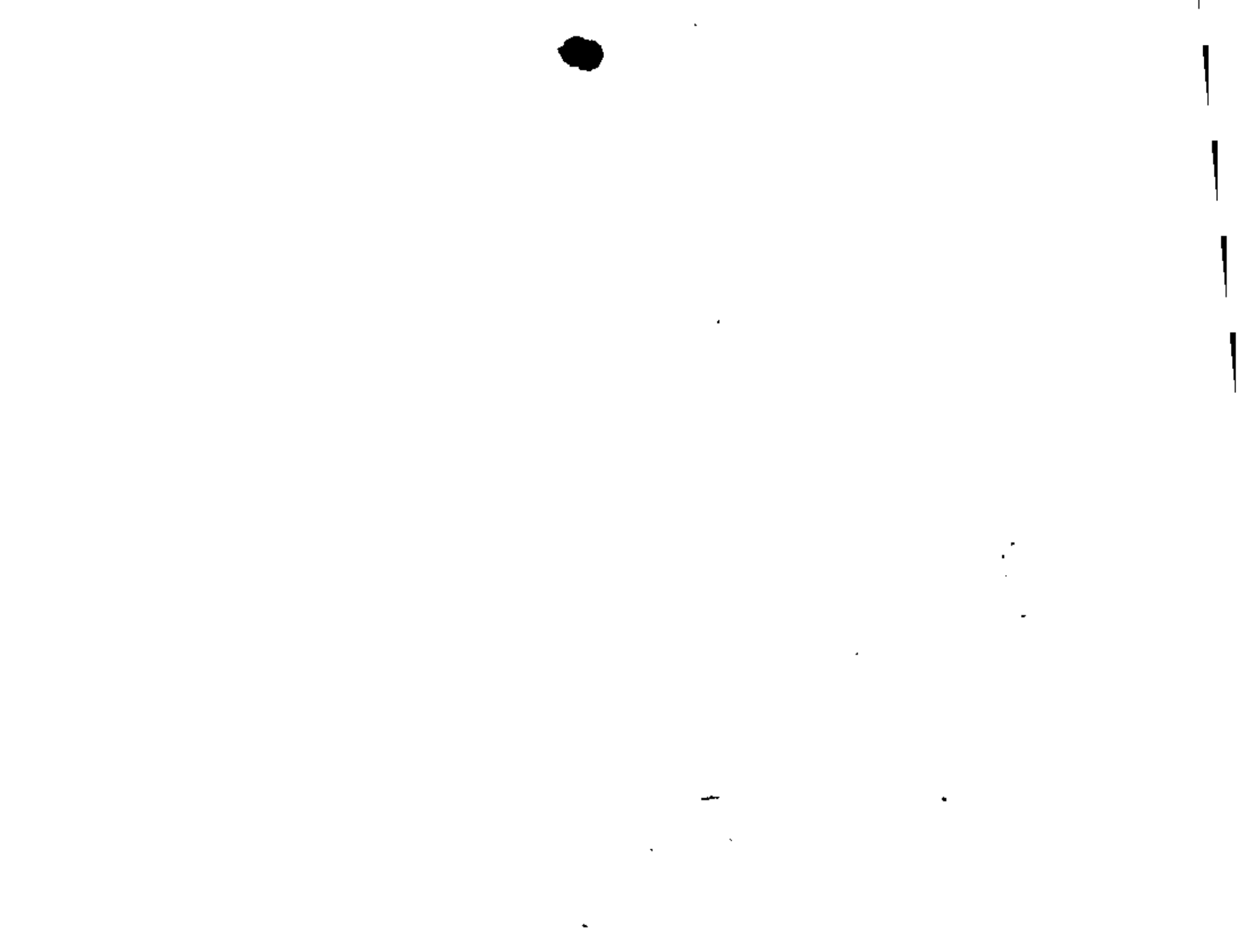
(A)



(B)

FIG. 1

Importancia del paso metálico continuo de tierra de baja impedancia.





centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SELECTING CABLE SIZE FROM PROTECTION TIME-CURRENT CURVES

ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON

OCTUBRE, 1980



# Cable size from protection time-current curves

Time-current curves for conductor sizes... ability to... protection... heat... against...  
D. C. NAICAN  
Ontario Hydro  
Toronto, Ontario, Canada  
DR. D. SRIVASTAVA  
University of Toronto  
Toronto, Ontario, Canada

**S**LECTION of insulated conductor sizes should be made as a function of protective device time-current coordination curves for low- and medium-voltage industrial power systems. To use such curves to best advantage, their characteristics and cable damage curves should be known and understood. A unified and complete treatment of this important subject must include the effect of temperature on the resistance of conductors and the general equation of the short-time thermal capability of insulated cables. A review of the method usually used and the difficulties encountered in selecting the right size of feeder conductor does recommend a new method of selection.

For circuits to motors, transformers, motor-control centers, switchgear and similar loads, selection of conductors should be made according to the operating voltage, the voltage drop and the currents which can be carried safely by the conductor under continuous load, overload and short-circuit conditions. Conductors often operate under overload conditions; and if conductor size is not selected in accordance with the time interval of overload permitted by the time-current protection devices, the cable may be damaged. Appropriate tripping coordination curves must be used for selecting cable sizes. Short-circuit current magnitudes, overload conditions, and interrupting time of overload or short-circuit current pro-

vided in the coordination diagrams of the protection must be factored into the selection of conductor cross-section area. Usually, the minimum cross-section area is plotted versus the short-circuit current at which the cable should remain undamaged, provided the relay protection will operate to trip the circuit breaker. In practice, it is very difficult to say which situation is more dangerous: a short-circuit fault with a very short time before the fault is cleared, or an overload current with a long time, more than 10 seconds, before the inverse-time relay or thermal element will trip the circuit. The size of cable must be sufficiently large to carry the overload current for a suitable time interval until the circuit breaker is tripped, and this must be before the cable is heated to the point where its insulation will be damaged. However, the economical aspects should not be overlooked.

A rigorous analysis of the effect of temperature on conductor resistance was utilized to determine both the short-circuit thermal capability and the overload thermal capability of conductors. Determination of these thermal limits, based on current vs time, was made for copper and aluminum conductors. The cable short-circuit thermal capability was evaluated on the assumption that the time interval of current flow is very short, up to 10 seconds, and hence the heat developed during that period is contained within the conductor. Heat released from the conductor by conduction or radiation is considered negligible. Overload conditions were taken as currents for a time longer than 10 sec.

The insulated conductors discussed here are the most common ones—i.e., cross-linked polyethylene insulated cables (XLPE, called Type XHHW in the NE Code) and the thermoplastic poly-

vinyl chloride insulated cables (PVC, called Type TW or THW in the NE Code). Since aluminum has cost advantages and is being used more and more in industrial and commercial installations, both copper and aluminum cables, for single or three conductors, are considered.

For many years, graphs that relate insulated conductor size to safe maximum thermal capacity based on cross-section area vs current have been available. Such graphs were plotted from a mathematical analysis of the thermal capability of insulated cables. These diagrams have been used to select the cables in accordance with short-circuit requirements. Insulated cable manufacturers provide such a family of curves for each kind of insulation and copper material and as a function of cable cross-section area. The difficulty in applying that method for selecting the right size of cables is that it is necessary to check the size of the cable for each value of the short-circuit current and the corresponding time.

An alternative method of mathematical analysis produces another family of parallel straight lines on the same log-log graph paper used for protection coordination curves. Using equations for different cross-section areas and conductor materials of cables, Figs. 1 to 4 were obtained, and these offer an approach to cable selection that is distinctly different from that of the old graphs. The curves in Figs. 2 to 5 provide effective application for ambient temperatures from 20C to 40C, although these lines are plotted for 20C. For overload and short-circuit currents, differences in sets of graph lines for conductors are negligible.

For practical work, the graphical representation of the overload current limit is a straight line on a log-log graph paper, in continuation of the

**NOTE:** This article summarizes the results of a study made by the authors. The complete, detailed report on which this article is based includes the mathematical computations and offers much wider application of the evaluative method to cable selection. Further details may be obtained from the authors.

short-circuit thermal capability lines and asymptotic to the cable ampacity (vertical lines, from NE Code Tables) as shown in Figs. 1 to 4, Fig. 6 and Fig. 7. The short-circuit and overload cable thermal capability curves represent the cable damage curves. These curves should always be above and on the right-hand side and close to the corresponding feeder protection devices'

time-current curves. In this case, cable and equipment are protected by the same devices. For any conductor, the "ampacity"—the maximum safe, continuous, full-load current rating—must be carefully selected. For any one of the sizes and types of conductors in Figs. 1 to 4, the specific ampacity to be used for a particular application will depend upon the Table from which it is

selected and upon actual conditions that may alter that ampacity.

For instance, the ampacity for a conductor might be selected from NE Code Tables 310-16 or 310-17—referring to conductor material (copper or aluminum), type of insulation (75C PVC or 90C XHHW) and to conditions of use (in conduit, in cable, in open air, etc.). Then, even that ampacity might

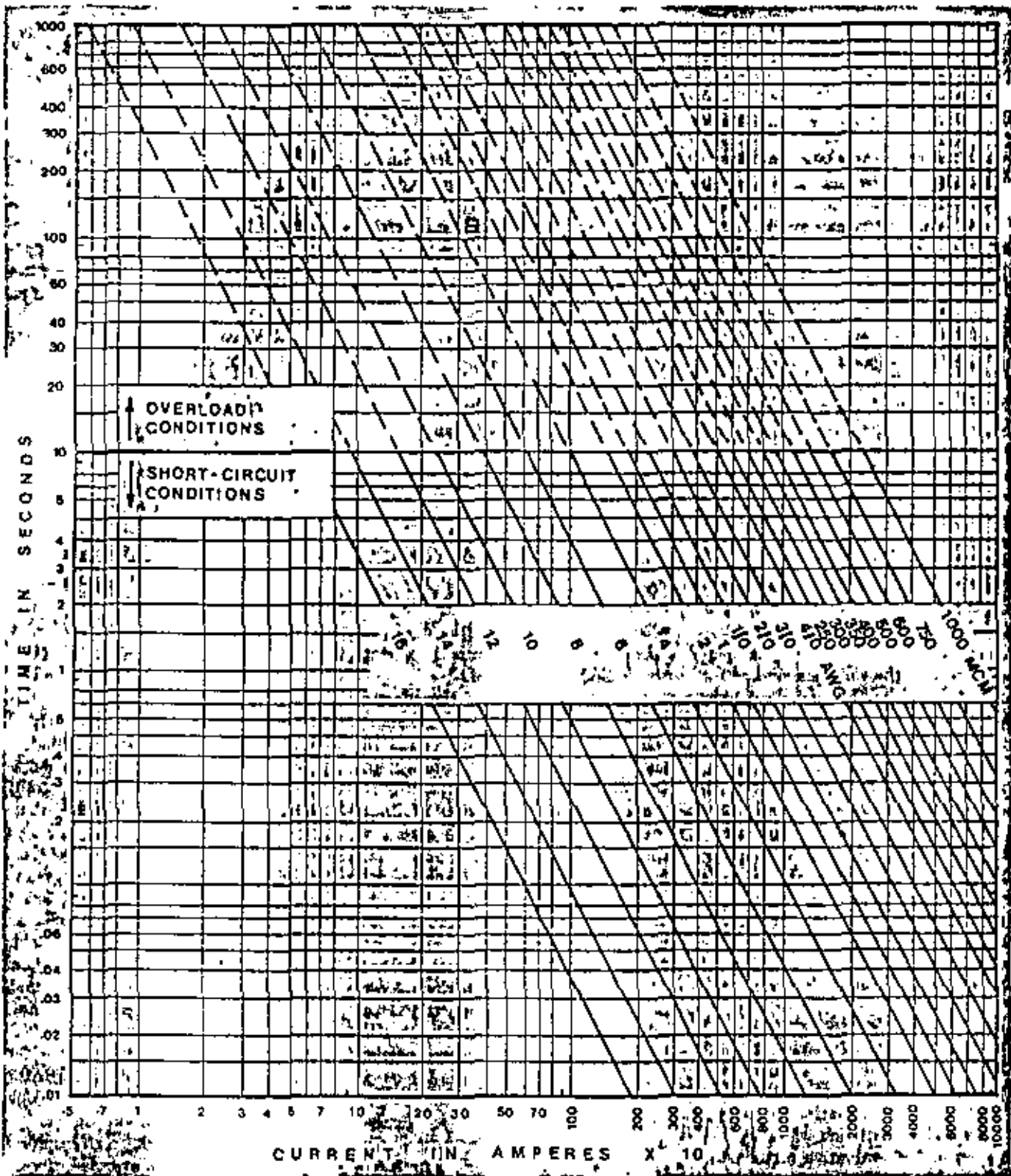


FIG. 1. Maximum short-circuit and overload curves for cross-linked polyethylene insulation (XLPE) cable with copper conductors. Ambient temperature is 20C.



have to be altered to satisfy other code rules: It may be necessary to reduce the Table-value of ampacity if the ambient temperature is over 30C or if more than three conductors are in a conduit (Note 8 to Table 310-16/19). Then Section 220-10(b) of the NE Code requires that conductors supplying a continuous load (load operating steadily for 3 hours or more) must have an

ampacity at least equal to 125% of the load. If the circuit operates above 2000 volts, NE Code Tables 310-39 to -54 may be used to determine ampacity, along with the notes to those Tables.

Although the ampacity of any given size and type of conductor may vary due to application conditions, as described above, the thermal damage lines for overload or short circuit for

that conductor is essentially constant and must, therefore, be adjusted for the actual ampacity. When the ampacity of any conductor is determined, that value of current must be marked on the top (horizontal) coordinate of the graph—such as by a short vertical line at that current value, as in Fig. 6. Then the straight-line damage curve for the particular conductor is made asymp-

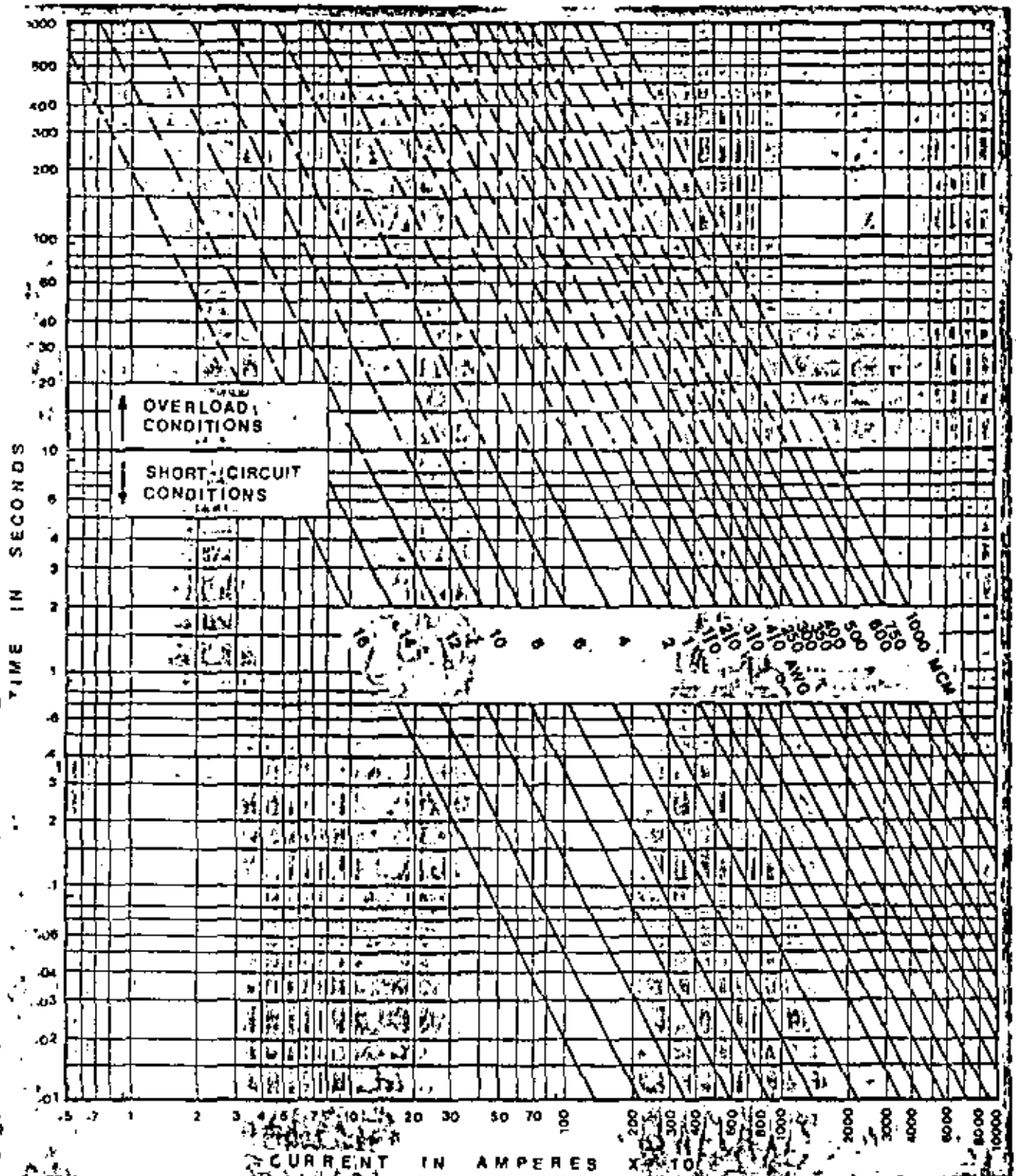


FIG. 2. Maximum short-circuit and overload current curves for thermoplastic polyvinyl chloride (PVC) cable with copper conductors. Ambient temperature is 20C.

totic to the short vertical line at the top of the graph.

In the one-line diagram of Fig. 5, only the protection device numbers that are used for the selection of the cable sizes are given. The device protection coordination curves of this system are shown in Fig. 6 and Fig. 7. Fig. 6 is used to select the low-voltage cables (600 volts) for switchgear, motor-

control centers, individual motors, or other load feeders. Selection of 4.16-kv cable is based on the protection diagrams shown in Fig. 7.

For 600-volt and 4.16-kv ac motors, rated 70 hp or more, thermal overload and short-circuit protection were provided in the CB relays. For motors supplied from the MCC, the molded-case circuit breakers with magnetic

element (only instantaneous trip) were used for short-circuit protection, and for running protection the overload relay heaters in the starters were used. For each MCC and transformer feeder, the protection relays included an instantaneous unit to provide instantaneous tripping for very high currents and an induction overcurrent unit with inverse-time-delay characteristics.

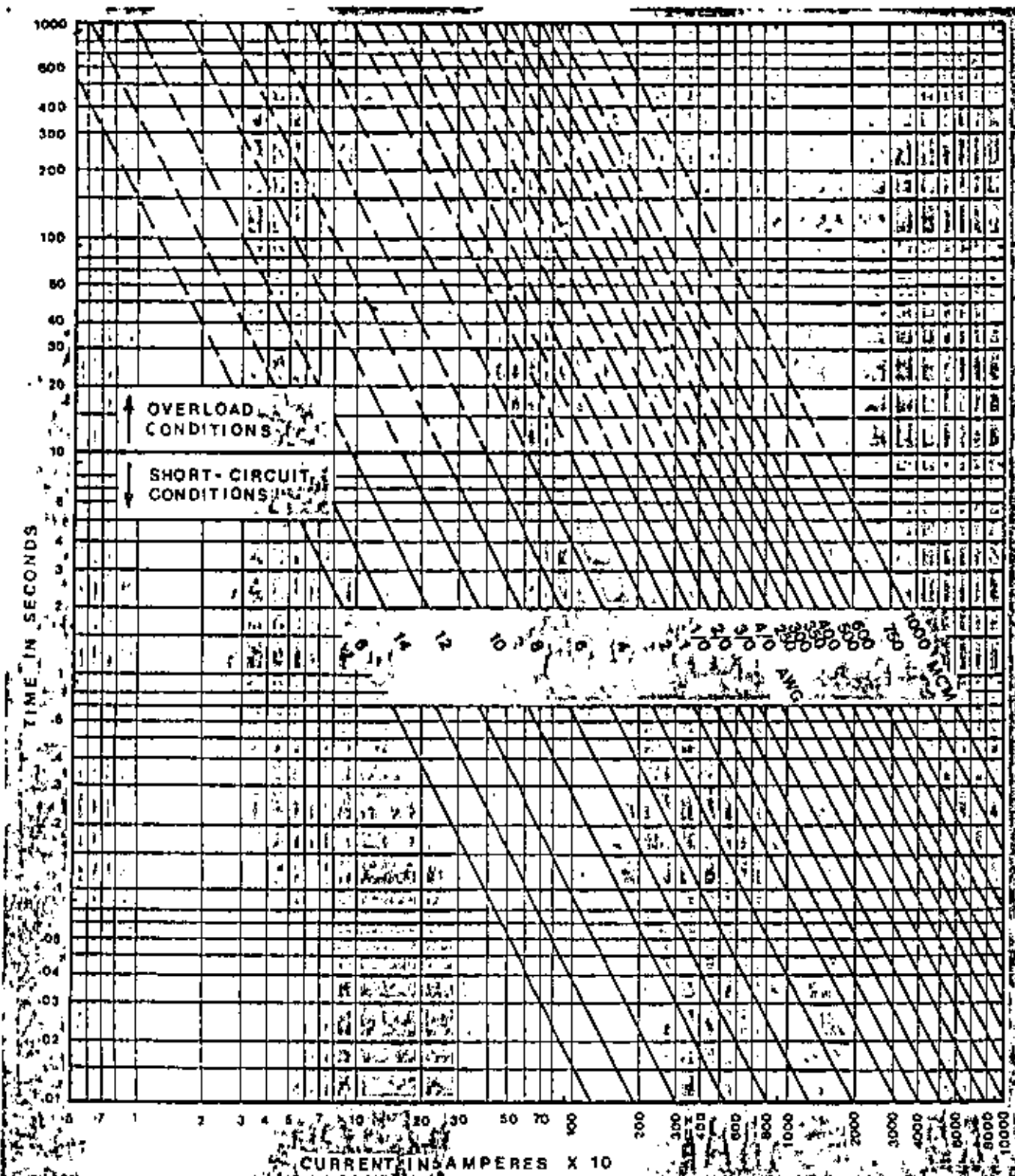


FIG. 2. Maximum short-circuit and overload current for cross-linked polyethylene insulation (XLPE) cable with aluminum conductors. Ambient temperature is 20C

For 4.16-kv feeders, 3-conductor XLPE insulated cables with copper conductors were used. For 600-volt feeders, PVC insulated cables were used. NE Code Table 310-41 on ampacities of cable must be used to establish permitted cable load current rating. It is assumed that the feeder cables are installed in air at 40C ambient temperature. Conductor temperature of 75C

for PVC insulated cables and 90C for XLPE insulated cables, with a derating factor of 0.82 and 100% load factor, were considered. Under other conditions—e.g. single- or 3-conductor cables direct-burial, single- or 3-conductor cables in air, etc.—the same method may be used, considering the corresponding cable ampacity (NE Code Tables 310-39 to 310-54) with

corresponding correction factors for various ambient temperatures, ambient earth temperatures, and group correction factors. (See Notes to NE Code Tables 310-39 to 310-54).

When selecting cable size from the diagrams, the method consists of selecting the cable so that the domain on the right-hand side of its cable damage curve will not overlap the

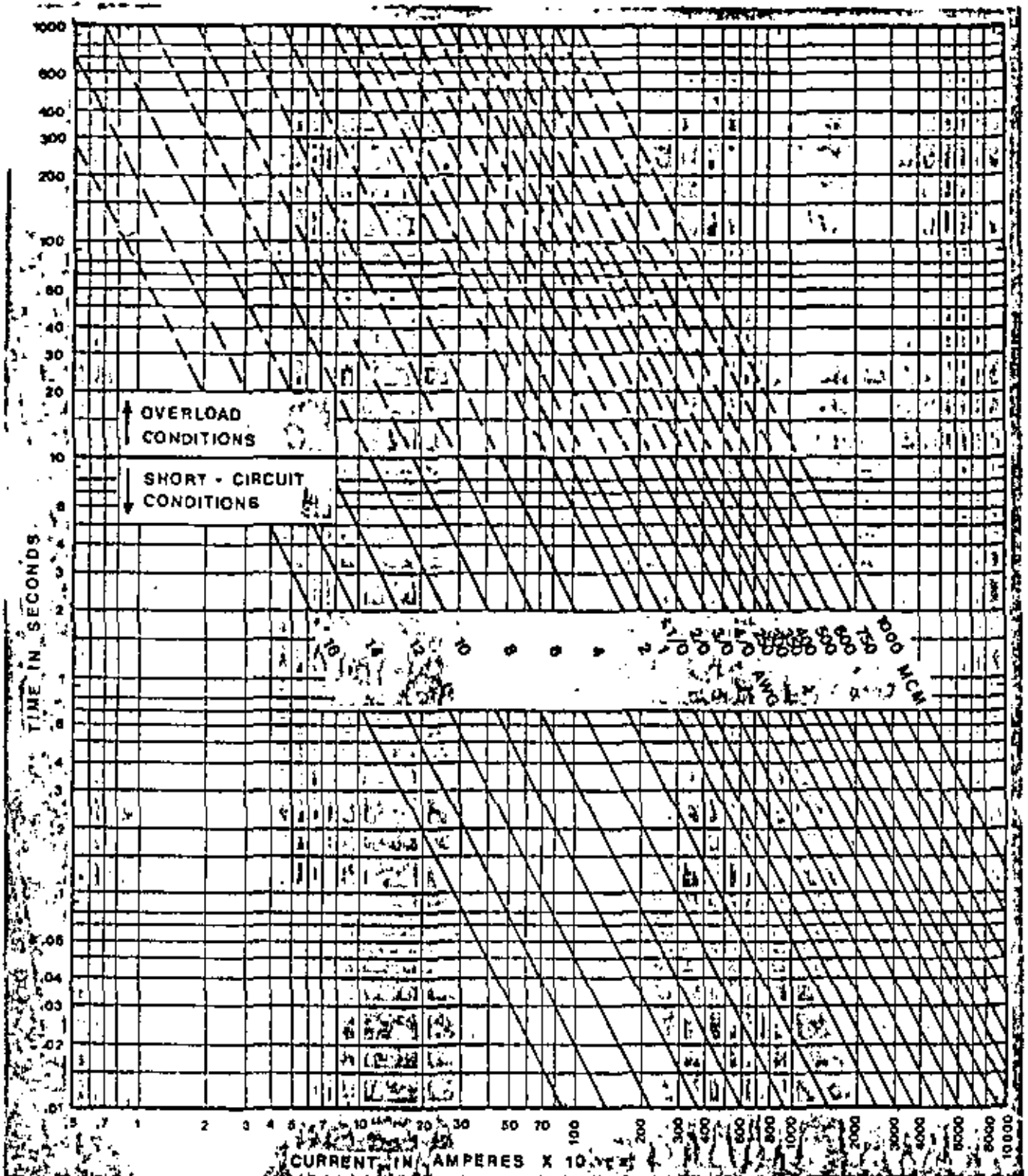


FIG. 4. Maximum short-circuit and overload current curves for thermoplastic polyvinyl chloride (PVC) cable with aluminum conductors. Ambient temperature is 20C.

domain on the left-hand side of the protective device curves. In other words, the time-current curve of the protective devices such as relays, fuses, CBs should be below and to the left of the damage curve of the selected cable. If the protection curves for an electrical system are plotted on a transparent log-log graph paper and the time-current cable damage curves are plotted on the same scale on another page, the paper with the protection curves may be put over the paper with the

cable curves and the selection of cable size may be made readily.

In the example shown in Fig. 5 the cable size will be first selected on the basis of ampacity, in accordance with the full-load current. These values are shown in the diagram. Because in many cases, when selecting initially on ampacity only, the corresponding damage time-current curves intersect the protective device protection time-current curves, the conductor cross-sectional area of cables will increase

until curves do not intersect.

The cables selected by this method, for the given electric system, are shown in Fig. 6 for 600-volt feeders and in Fig. 7 for 4.16-kv feeders. From Fig. 6 it can be seen that, for loads supplied from the MCC-bus and for the smaller loads, the size of cables should be selected in accordance with the short-circuit current. However, for large loads, the size of cables should be selected in accordance with the over-current protection curves.  $\Delta$

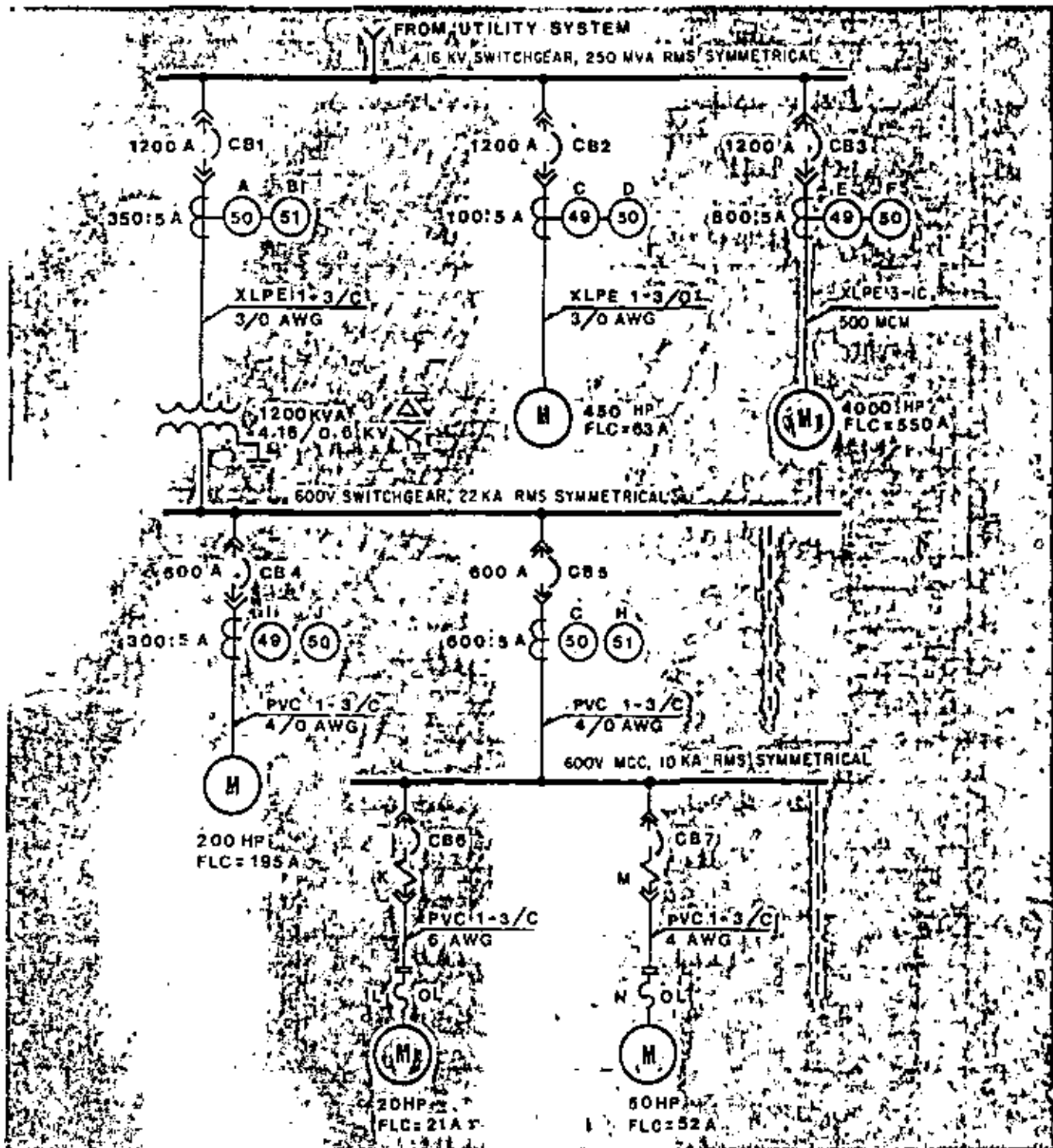
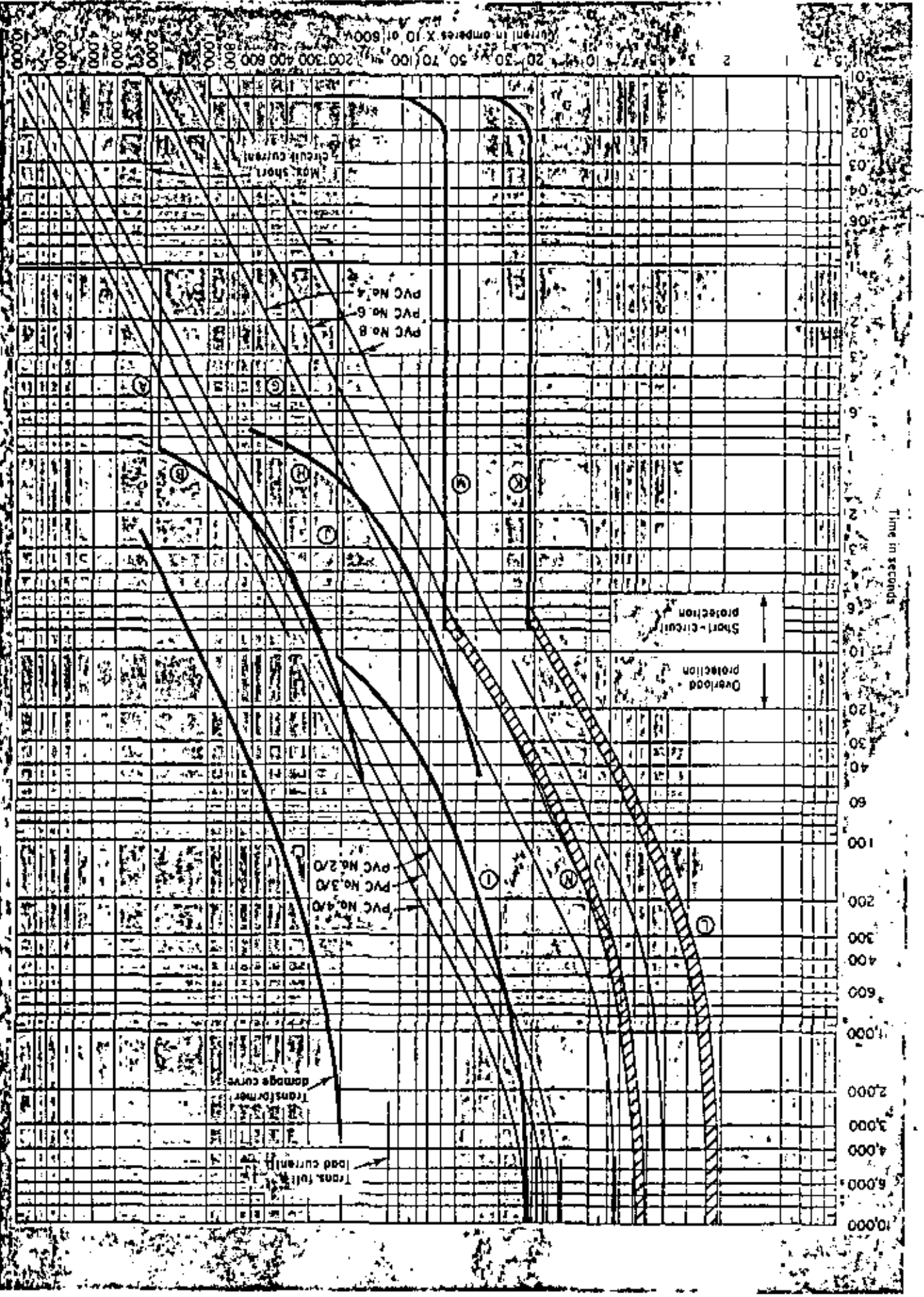


FIG. 5. One-line diagram of an electric system

FIG. 2. Short-circuit and overload protection curves and selection of 500-volt PVC insulated cable with copper conductors.



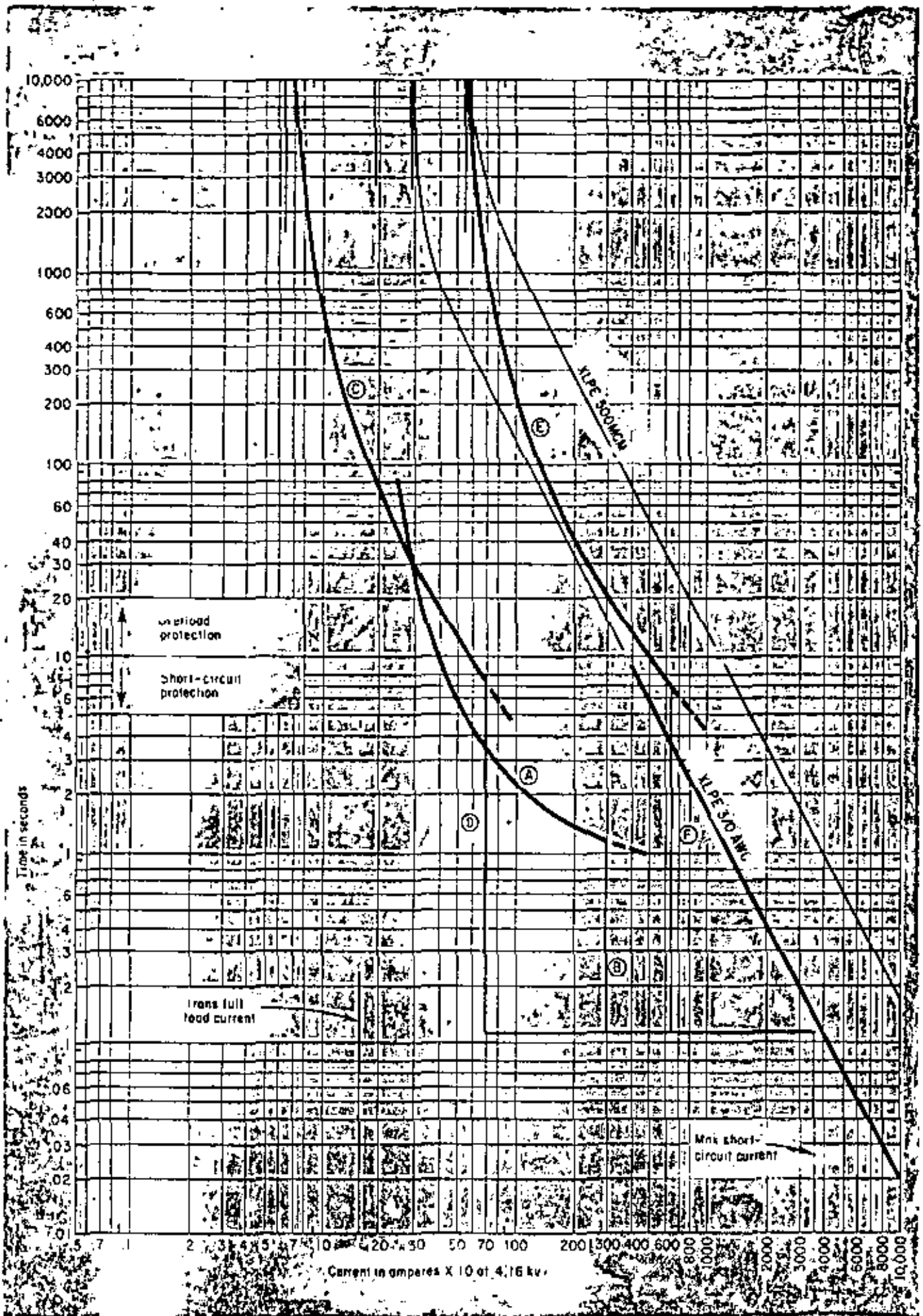


Fig. 7. Short-circuit and overload protection curves and selection of 4.15-kv XLPE insulation cable with copper conductors.





centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



## INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

### SELECCION DE PROTECCION

- a) Protección de Conductores
- b) Protección de cargas

### MEDIOS DE CONTROL

- a) Diapositivos de Control para Alumbrado
- b) Circuitos Alimentadores
- c) Dispositivos de Control para Fuerza

ING. NOE ARMAS MORALES

OCTUBRE, 1980





OCTAVA SESION.- Martes 18 de julio.

VI.-

DISEÑO DE PROTECCION

1).- CAPITULO II - R.O.I.E - Proyecto y Protección de Canaliza--  
ciones Electricas (Conductores).

- 3.1.- Se consideran separadamente las disposiciones referentes a:
- a) Líneas de servicio para suministro de energía.
  - b) Conductores alimentadores de las canalizaciones.
  - c) Circuitos derivados.

Línea de servicio (2.1 R.O.I.E).-- Los conductores y equipo que se usen para el suministro de energía eléctrica, desde las líneas o equipos inmediatos del sistema general de abasteci--  
miento hasta los medios principales de desconexión y protec--  
ción contra sobre corriente de la instalación servida.

3.2.- Conductores alimentadores.-- Son aquellos comprendidos entre los medios principales de desconexión y protección contra--  
sobre corriente y los medios de protección contra sobre ---  
corriente de los circuitos derivados.

3.3.- Circuito derivado.-- Es la parte de conductor o canalización que se extienda después del último dispositivo de protec--  
ción contra sobre corriente del lado de la carga que prote--  
ja a esa parte.

Los arrancadores de motores con protección contra sobre --  
corriente y otros dispositivos semejantes no se deben consi--  
derar como la protección de sobre corriente de un circuito  
derivado.

4.0.- Identificación de conductores conectados a tierra.

4.1.- Cuando una canalización tenga un conductor conectado a ---  
tierra, se identifique este con un color blanco o gris.

4.0.- Circuitos derivados.

5.1.- Son los conductores alimentadores que abastecen cargas de -  
alambre de los aparatos domesticos o comerciales o a combi-  
naciones cuando se conecten motores o aparatos accionados -  
por motores u otras cargas especiales es necesario aplicar  
los artículos del ROIE para esas cargas.

5.2.- La clasificación de los circuitos derivados para cargas --  
indefinidas es por medio de la protección contra sobre ---  
corriente de

15 amps.

20 amps.

30 amps.

50 amps.

Las cargas individuales mayores de 50 amps. deberán alimen-  
tarse por circuitos derivados individuales.

5.3.- Circuito derivado multifilares.- Dos ó más conductores a -  
diferente potencial entre si y de un conductor que tenga la  
misma diferencia de potencial con respecto a cada uno de -  
los otros conductores.- Ejem.- 4 hilos, 3 fases.

5.4.- Colores normales de identificación.

Trifilar \_ negro, blanco y rojo.

Tetrafilares \_ negro, blanco, rojo y azul.

Pentafilares \_ negro, blanco, rojo, azul y amarillo.

5.5.- Voltaje:

Los circuitos derivados que abastezcan porta lamparas, apa-  
ratos ó contactos de 15 amps. ó menos no deberán exceder de  
150 volts. a tierra; excepciones:

a) Establecimientos industriales hasta 300 volts a tierra -  
en circuito de alumbrado que esten colocados a mas de -  
2.40 mts. de altura sobre el piso y que no tengan ---  
interruptores integrados.

b) Sistemas ferroviarios se aplica 2-10.

c) Calefacción industrias infrarroja se aplica 27-8.

5.6.- Circuitos derivados para distintas clases de carga.

a) Alumbrado y aparatos pequeños. Relojes, radios.

b) Aparatos de mas de 3 amps. Planchas, parrillas, refrigeru  
dores.

5.7.- Calculo de la carga.- Para obtener la capacidad de los cir-  
cuitos derivados se consideran las cargas a conectarse con  
los minimos siguientes.-

a) Alumbrado y aparatos pequeños, por metro cuadrado del -

area del piso.

LUGAR	CARGA WATTS POR METRO CUADRADO
Anfiteatros	10
Bancos	20
Bodegas ó almacenes	2
Casa habitación	20
Clubes	20
Edificaciones industriales	20
Oficinas	20
Escuelas	30
Locales comerciales chicos	5
Hospitales	20
Hoteles (sin aparatos electricos para cocinar)	20
Iglesias	5
Peluquerias y salas de belleza	30
Restaurantes	20
Tiendas	30

- b) Aparatos de mas de 3 amps.- Se considera cargas no menor - 5 amps., si hay varios contactos en un solo cuarto que no se usan simultaneamente la carga se calcula de 5 amps., - por cada tres contactos.
- c) Hilo neutro.- Si hay hilo neutro en un circuito derivado - la carga que se considera para el neutro, no debe ser -- menor que el desequilibrio maximo de la carga en el circui to.

5.8.- Conductores de circuitos derivados.

- a) Calibre suficiente para conducir la corriente del circuito derivado cumpliendo en (6-2, caída voltaje 3% alumbrado, - 4,5 aparatos y motores)
- b) Sección minima.  
 Minimo No. 14 circuito alumbrado y aparatos pequeños.  
 Minimo No. 12 circuito que alimentan aparatos de mas de 3 amps.

Los alambres y cordones pertenecientes a unidades de alumbrado o aparatos que se usen para conectarlos a la salida de los circuitos derivados pueden ser de menor sección cum pliendo con (11-5)

## CIRCUITOS DERIVADOS

## CORRIENTE MÁXIMA

LINEA no. 18	15 amps.	5 tw
no. 16	20 amps.	7 tw
no. 14	30 amps.	15 tw
no. 12	50 amps.	20 tw
no. 10	-	25 tw

5.9.- Protección contra sobre corriente.- Conductor no conectado a tierra de un circuito derivado, se debe proteger contra --- corrientes excesivas por medio de dispositivos.

La capacidad de estos dispositivos deben cumplir lo siguiente

- No deberá ser mayor que la corriente permitida para los -- conductores del circuito.
- Si el circuito abastece únicamente a un sólo aparato con - capacidad de 10 amps. ó más la capacidad ó ajuste de sobre corriente no deberá exceder del 150% de la capacidad del - aparato.
- Los alambres y cordones (5-8) se consideran protegidos por el dispositivo contra sobre corriente del circuito deriva- do.

5.10.-Dispositivos de salida.

- Porta lamparas.- No menor a la carga a servir, mayores de 20 amps., sean de servicio pesado.
- Contactos.- No menor a la carga a servir; cuando este con 2 ó más salidas tengan las capacidades siguientes.

CAPACIDADES CIRCUITO	CAPACIDADES CONTACTO
15 amps.	no mayor de 15 amps.
20 amps.	20 amps.
30 amps.	20 ó 30 amps.
50 amps.	50 amps.

6.0.-

6.1.- Conductores alimentadores.- No deben ser de calibre mas delg<sup>do</sup> (11-4 tabla de la corriente permitida en los conductores) y cumplir con (6.3 cálculo de la carga)

6.2.- Caída de voltaje.

3% de alumbrado.

4% de motores y aparatos.

6.3.- Cálculo de la carga.- La carga para los conductores alimenta- dores no deberá ser menor que la suma de todas las cargas de

TABLA NUMERO 2

CORRIENTE EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS DENTRO DE DUCTOS

Basada en temperatura ambiente de 30°C y no más de 3 conductores en un ducto  
(Para otros casos véase la Fracción 11-4.)

CONDUCTOR Calibr. M.C. o N.C.A.	Sección Transversal en milímetros cua- dros.	Temperatura permisible y material del aislamiento					
		60°C Hule, Termoplástico o similar.	75°C Hule o similar.	85°C Papel, Termoplástico y asbesto, Cambriay barnizado y asbesto o similar.	110°C Cambriay barnizado y asbesto o similar.	125°C Asbesto impregnado o similar.	200°C Asbesto o similar.
14	2.081	15	15	25	30	30	30
12	3.309	20	20	30	35	40	40
10	5.261	30	30	40	45	50	55
8	8.306	40	45	50	60	65	70
6	13.30	55	65	70	80	85	95
4	21.15	70	85	90	105	115	120
3	26.67	80	100	105	120	130	145
2	33.63	95	115	120	135	145	165
1	42.41	110	130	140	160	170	190
1/2	51.48	125	150	155	190	200	225
001	67.41	145	175	185	215	230	250
000	84.07	165	200	210	245	265	285
0000	107.22	195	230	235	275	310	310
250	126.63	215	255	270	315	335	...
300	152.01	240	285	300	345	380	...
350	177.35	260	310	325	390	420	...
400	202.69	280	335	360	420	450	...
500	253.36	320	380	405	470	500	...
600	304.03	355	420	455	525	545	...
700	354.70	385	460	490	560	600	...
750	360.04	400	475	500	580	620	...
800	405.37	410	490	515	600	640	...
900	450.04	435	520	555	...	...	...
1000	500.71	455	545	585	680	730	...
1250	653.39	495	590	615	...	...	...
1500	760.07	520	625	700	785	...	...
1750	880.75	545	650	715	...	...	...
2000	1013.42	560	665	725	810	...	...

FACTORES DE CORRECCION PARA TEMPERATURA AMBIENTE DE MAS DE 30°C.

Temperatura Ambiente en Grados Centígrados	Temperatura permisible y material del aislamiento					
	60°C Hule, Termoplástico o similar.	75°C Hule o similar.	85°C Papel, Termoplástico y asbesto, Cambriay barnizado y asbesto o similar.	110°C Cambriay barnizado y asbesto o similar.	125°C Asbesto impregnado o similar.	200°C Asbesto o similar.
40	0.82	0.88	0.90	0.91	0.95	...
45	0.71	0.81	0.85	0.90	0.92	...
50	0.58	0.75	0.80	0.87	0.89	...
55	0.41	0.67	0.74	0.81	0.86	...
60	...	0.58	0.67	0.79	0.83	0.91
70	...	0.35	0.52	0.71	0.76	0.87
75	...	...	0.43	0.66	0.72	0.86
80	...	...	0.30	0.61	0.69	0.81
90	...	...	...	0.50	0.61	0.80
100	...	...	...	...	0.51	0.77
120	...	...	...	...	...	0.69
140	...	...	...	...	...	0.59

TABLA NUMERO 3

## CORRIENTE MAXIMA EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS EN LINEA ABIERTA

Basada en temperatura ambiente de 30°C. Para temperatura ambiente mayor aplíquense los factores de corrección dados en la Tabla Número 2.

Véanse las disposiciones de la Fracción 11-4

## TEMPERATURA PERMISIBLE Y MATERIAL DEL AISLAMIENTO

CONDUCTOR Calibre AWG o MCM.	60°C Papel, Termoplástico o similar.	75°C Papel o similar.	90°C A prueba de intemperie.	85°C Papel, Termoplástico y asbesto. Cambroy barnizado y asbesto o similar.	110°C Cambroy barnizado y asbesto o similar.	125°C Asbesto impregnado o similar.	200°C Asbesto o similar.
14	20	25	30	30	40	40	45
12	25	25	40	40	50	50	55
10	40	40	55	55	65	70	75
8	55	65	70	70	85	90	100
6	80	95	100	100	120	125	135
4	105	125	130	135	160	170	180
3	120	145	150	155	180	195	210
2	140	170	175	180	210	225	240
1	165	195	205	210	245	265	280
0	195	230	235	245	285	305	325
00	225	265	275	285	330	355	370
000	260	310	320	330	385	410	430
0000	300	360	370	385	445	475	510
250	340	405	410	425	495	510	.....
300	375	445	460	480	555	590	.....
350	420	505	510	530	610	655	.....
400	455	545	555	575	665	710	.....
500	515	620	630	660	765	815	.....
600	575	690	710	740	855	910	.....
700	630	755	780	815	940	1005	.....
750	655	785	810	845	980	1045	.....
800	680	815	845	880	1020	1085	.....
900	730	870	905	940	.....	.....	.....
1000	780	935	965	1000	1165	1240	.....
1250	880	1065	.....	1130	.....	.....	.....
1500	980	1175	1215	1260	1430	.....	.....
1750	1070	1280	.....	1370	.....	.....	.....
2000	1155	1385	1405	1470	1715	.....	.....

los circuitos derivados abastecidos por dichos conductores - (5-7 cargas por metro cuadrado).

En los casos siguientes se podra aplicar a la carga computada el factor de demanda siguiente:

- a) Casas habitación 30% al excedente 2500 watts.
- b) Edificios de oficinas 70% al excedente 20000 watts.
- c) Escuelas 50% al excedente sobre 15000 watts.
- d) Hospitales 40% hasta 50000 watts y 20% al excedente.
- e) Hoteles 50% hasta 20000 watts y 35% al excedente.
- f) Motores.- La carga se calcula de acuerdo con (28-10 y -- 28-12)
- g) Cuando haya hilo neutro en el circuito alimentador la carga que se considere para el neutro no debe ser menor que el desequilibrio máximo de la carga.

6.4.- Circuitos alimentadores con neutro común.- Se puede usar un hilo neutro para dos ó más circuitos alimentadores multifilares siempre que estos esten dentro de una misma canalización (10-14 inducción).

7.0.- Líneas de servicio.

7.9.- Medios de desconexión.

7.10.- Conexiones antes de los medios de desconexión.

7.11.- Apertura simultanea.

7.12.- Tipos permitidos.

7.13.- Indicación de posición.

7.14.- Accionamiento exterior.

7.15.- Capacidad de interruptores de servicio.  
Voltaje-amperaje.

7.16.- Protección contra sobre corriente.

- a) Conductores no conectados a tierra. Capacidad según 11-4 tabla de corrientes.
- b) Motores 28-25, 28-32, 28-33.
- c) Fusibles ó interruptores automáticos 8-3
- d) La protección contra sobre corriente puede estar formado por uno ó varios interruptores automáticos ó juegos de fusibles.

8.0.- Protección contra sobre corriente.

8.3.- Conductores - corriente permisible según 11-4.

a) Fusibles.- Si la corriente permisible no corresponde a un fusible de capacidad normal, puede usarse el de capacidad inmediata superior si no excede del 150% - no usar fusibles tipo tapón ó de rosca en circuito mayores de 150 volts. a tierra.

La rosca debe estar en el lado de la carga.

b) Interruptores automáticos de disparo no ajustables.- Capacidad nominal de acuerdo a la corriente permisible de los conductores ó al inmediato superior siempre que no pase - del 150% de la corriente permisible.

c) Interruptores automáticos ajustables.- Deben ajustarse para que no operen a más del 150% y debe tomarse en cuenta el ajuste por temperatura.

28.0.- Motores y controladores.

28.1.- Las disposiciones contenidas en las fracciones 28-2 a 28-8 - comprenden algunas disposiciones miscelaneas para motores y controladores.

28.2.- Sobrecalentamiento por acumulación de polvo.

28.3.- Identificación de los motores.

28.4.- Identificación de los controladores.

Cuando un controlador esta construido como parte integrante de un motor ó de un motor generador, el controlador no necesita estar marcado separadamente, ya que los datos necesarios deben aparecer en la placa del motor.

28.5.- Identificación de terminales (motores y controladores).

28.6.- Espacio para conexiones en cubierta.

28.7.- Cubiertas.

28.8.- Ubicación de motores (mantenimiento).

28.9.- Calibre de conductores para circuitos de motores. Conductores capaces de conducir la corriente del motor, sin sobrecalentamiento y bajo condiciones que se especifiquen. Para caída de voltaje en el circuito véase 6-2.

28.10.- Motores individuales.

La corriente permisible de acuerdo a la tabla 11-4 en los conductores de un circuito derivado que abastezca a un motor individual, con régimen de trabajo continuo y carga aproximadamente constante no será menor del 125% de la corriente nominal a carga plena del motor.



Cuando la carga sea variable, el calibre de los conductores podrá fijarse considerando una corriente menor que el 125% - nominal a carga plena del motor según el régimen del trabajo que se trate, pero no menor del 85%; especialmente cuando el motor arranca con frecuencia es necesario instalar más gruesos.

28.11.- Secundario del motor con rotor devanado. Los conductores -- que conecten el secundario de un motor para corriente alterna con rotor devanado, a su controlador deben ser de calibre para una corriente no menor del 125% de la corriente secundaria del motor, a carga plena, si es para régimen de trabajo continuo. Para otro régimen de trabajo que no sea continuo -- se aplica el 28-10.

28.12.- Conductores que abastecen a varios motores. Los conductores que alimentan a 2 ó más motores deberán ser de calibre suficiente para una corriente no menor que el -- 125% de la corriente a carga plena del motor de mayor potencia, más la suma de las corrientes a carga plena de los -- demás motores de grupo. Cuando los motores no funcionen si-- multaneamente a carga plena, se aplicará el factor de deman-- da que corresponda al régimen de operación.

28.13.- Carga mixta. Los conductores alimentadores que abastezcan carga de moto-- y también de alumbrado y/o aparatos de acuerdo con el artícu-- lo 6, deberán ser de calibre suficiente para la carga total del alumbrado y/o de aparatos más la corriente que correspon-- da a la carga de motores.

28.14.- Protección contra sobrecorriente de motores. Se refieren a los dispositivos de sobrecorriente destinados a proteger motores, aparatos de control de motores y conduc-- tores de circuitos derivados que los abastezcan contra el -- calentamiento excesivo debido a sobrecarga de los motores.

28.15.- Motores para servicio continuo. Cada motor deberá protegerse contra sobrecarga de la manera siguiente:

- a) De más de 1 caballo de potencia.- La protección deberá ase-- gurarse haciendo uso de uno de los medios siguientes.
  - Un dispositivo de sobrecorriente separado, que actúe -- por efecto de la corriente del motor.- La capacidad ó -- ajuste de este dispositivo no deberá ser mayor del 140%

nominal a carga plena.

- Un dispositivo protector incluido en el motor que actúe por efecto de la corriente ó de la corriente y la temperatura.
- b) De 1 Caballo de potencia ó menor, arrancado manualmente. Cada motor que se arranque manualmente podrá considerarse protegido contrasobrecorriente por el dispositivo de --- sobrecorriente que protege a los conductores del circuito derivado.
- c) De 1 caballo de potencia ó menor, arrancado automáticamente. Deberá protegerse contra sobre corriente en la misma forma que los motores de más de 1 caballo de potencia, -- como se indica en a.
- d) Secundarios de motor con rotor devanado. Los circuitos secundarios de motor de corriente alterna - con rotor devanado, incluyendo conductores, controladores resistencias, etc. Se consideran protegidos contra sobre- corriente por el dispositivo de sobrecarga del circuito - primario del motor.

28.16.- Servicio intermitente.- Un motor que lleve carga intermitente ó variable se considera protegido contra sobre corriente por el dispositivo de sobrecorriente de circuito derivado, - si este se protege a no más de 400% de la corriente nominal a plena carga del motor como se indica en 28-25.

28.17.- Periodo de arranque. Si es arrancado manualmente, la protección contra sobre carga puede excluirse del circuito durante el periodo de arranque siempre que el dispositivo que lo excluya no pueda dejar se en la posición de arranque. El motor podrá considerarse - protegido contra sobre corriente, durante el arranque, si se colocan en el circuito fusibles ó interruptores automáticos de acción retardada, con capacidad ó ajuste no mayor de 400%. La protección contra sobre carga del motor no deberá supri- mirse durante el periodo de arranque si el motor se --- arranca automáticamente.

28.18.- Fusibles. Si se usan fusibles para la protección de sobrecarga del mo- tor deberán intercalarse en cada conductor no conectado a - tierra.

28.19.- Dispositivos que no sean fusibles. La tabla siguiente señala en número mínimo de unidades de sobrecorriente, tales como -- bobinas de disparo, relcadores ó elementos térmicos, que se permiten y su colocación.

CLASE DE MOTOR	SIST. DE ABASTECIM.	NO. Y COLOCACION DE LAS UNIDADES - DE SOBRECORRIENTE
Monofásico ó de C.D.	Bifilar, monofásico ó de C.D. no conectado a tierra.	Uno, en cualquier conductor.
Monofásico ó de C.D.	Bifilar, monofásico ó de C.D. un conductor conectado a --- tierra.	Uno, en el conduc <u>t</u> or no conectado a tierra.
Monofásico ó de C.D.	Trifilar, monofásico ó de -- C.D., neutro conectado a --- tierra.	Uno, en cualquie <u>r</u> ra de los dos con <u>d</u> uctores no conec <u>t</u> ados a tierra.
Trifásico	Trifilar, trifásico no conec <u>t</u> ado a tierra.	Dos, en dos con <u>-</u> ductores cua <u>--</u> lesquiera.
Trifásico	Trifilar, trifásico, un con <u>---</u> ductor conectado a tierra.	Dos, en los con <u>---</u> ductores no conec <u>t</u> ados a tierra.
Trifásico	Trifilar, trifásico, neutro conectado a tierra.	Dos, en dos con <u>---</u> ductores cuales <u>--</u> quiera.
Trifásico	Tetrafililar, trifásico, neutro conectado ó no a tierra.	Dos, en dos con <u>---</u> ductores cuales <u>--</u> quiera, excepto - el neutro.

28.20.- Número de conductores desconectados por el dispositivo de -- sobrecorriente. Los dispositivos de sobrecarga del motor que no sean fusibles ó interruptores térmicos no polares, deberán desconectar simultaneamente todos los conductores no conecta-dos a tierra.

28.21.- Arrancador de motor como protección contra sobre carga. Un arrancador de motor también puede servir como dispositivo de protección contra sobrecarga, si el número de unidades de sobrecorriente concuerda con lo indicado en la tabla de 28-19

- 28-22.- Protección contra corto circuito. El dispositivo que se use para proteger a un motor contra sobre carga, tal como un interruntor ó relevador térmico, no esta construido para interrumpir un corto circuito, deberá protegerse instalando, además, fusibles ó un interruptor automático con capacidad ó ajuste de no más de 400% la corriente nominal a plena carga del motor, a menos que el dispositivo de que se trate - este construido y aprobado para protegerse por fusibles ó - interruptor automático de mayor capacidad.
- 28.23.- Motores en circuitos con lamparas ó contactos. Cumplir con el art. 5, 28-26a, 28-15, 28-22.
- 28.24.- Protección contra sobrecorriente de circuitos derivados pa-ra motores. Disposiciones modifican ó suplementan a las -- disposiciones del art. 8.
- 28.25.- Capacidad ó ajuste para motor individual. El dispositivo de sobrecorriente de circuito derivado para un motor deberá - ser capaz de soportar la corriente de arranque, pero su -- ajuste no deberá exceder del 400% de la corriente a carga - plena del motor, exceptuando los motores de 4 amps. de -- corriente de plena carga, que se consideran protegidos por un dispositivo de protección contra sobre corriente del -- circuito derivado de 15 amps.
- 28.26.- Varios motores en un circuito derivado. Dos ó más motores - pueden conectarse al mismo circuito derivado, bajo las con-diciones siguientes:
- a) En un circuito derivado de menos de 600 volts, entre conductores, protegido a no más de 20 amperos, se pueden -- conectar varios motores de no más de 1 caballo de poten-cia y de corriente nominal a carga plena que no exceda - de 6 amperos. La protección individual contra sobrecarga no es necesaria para dichos motores, a menos que su -- arranque sea automático, como se indica en la fracción - 28.15.
  - b) Dos ó más motores de cualquier potencia, cada uno con su protección contra sobrecarga, pueden conectarse a un circuito derivado, siempre que se cumpla con todas las con-diciones siguientes:

b) Dos ó más motores de cualquier potencia, cada uno con su protección contra sobrecarga, pueden conectarse a un circuito derivado, siempre que se cumpla con todas las condiciones siguientes:

- I.- El circuito derivado debe estar protegido por fusibles que tengan una capacidad que no exceda de la especificada en la fracción 28-25 para el motor más grande conectado al circuito derivado, más las corrientes nominales a carga plena, de todos los demás motores conectados al circuito.
- II.- Cada dispositivo de sobrecarga y cada controlador de motor necesita será apropiado para instalarse con la protección contra sobrecorriente del circuito derivado, de acuerdo con la fracción 28-22.
- III.- Los conductores de cualquier derivación que abastezcan a un solo metro, no necesitan tener protección individual, siempre que cumplan con cualquiera de los requisitos siguientes: (1) que la corriente permisible en los conductores que vayan al motor no menor que la de los conductores del circuito derivado, ó (2) que la longitud de los conductores de la derivación no exceda de 10 metros, y que su corriente permisible no sea menor que la requerida para el motor según la fracción 28.10, ni menor que un tercio de la corriente permisible en el circuito derivado.

28-27.—*Protección combinada contra sobrecorrientes.* La protección contra sobrecorrientes tanto del circuito derivado como la de sobrecarga del motor, pueden combinarse en un solo dispositivo de protección, si la capacidad o el ajuste del dispositivo proporciona la protección contra sobrecorrientes especificada en la fracción 28-15.

28-28.—*Dispositivos de sobrecorrientes.* Conducidos en los que se colocan. Deberá instalarse un dispositivo de sobrecorrientes en cada conductor no conectado a tierra, de acuerdo con lo dispuesto en la fracción 8-5.

28-29.—*Capacidad de los interruptores automáticos.* Los interruptores automáticos para la protección de circuitos derivados para motor, deberán tener capacidad para conducir continuamente no menos del 115 por ciento de la corriente nominal a carga plena de los motores.

28-30.—*Derivaciones en puntos inaccesibles.* Si el punto de conexión de un circuito derivado para motores, a los conductores alimentadores, no es accesible, el dispositivo de sobrecorrientes del circuito derivado puede colocarse donde sea accesible, siempre que se cumpla con alguna de las condiciones siguientes:

a) —Que los conductores entre el punto de derivación y el dispositivo de sobrecorrientes no sean más delgados que los alimentadores; o

b) —Que la longitud de los mismos conductores no sea mayor de 10 metros y su corriente permisible no sea menor de un tercio de la de los alimentadores.

*Protección contra sobrecorrientes de los conductores alimentadores de circuitos derivados que abastecen motores.*

28-31.—*General.* Las disposiciones siguientes se refieren a los dispositivos de sobrecorrientes destinados a proteger los conductores alimentadores de circuitos derivados que abastecen motores, contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos o a tierra.

28-32.—*Capacidad o ajuste para cargas de motores solamente.* Los conductores alimentadores de circuitos derivados que abastecen a varios motores deberán tener una protección contra sobrecorrientes que no sea mayor que la capacidad o ajuste del dispositivo protector del circuito derivado que tenga la protección mayor, más la suma de las corrientes a carga plena de los motores en los demás circuitos derivados.

Si la capacidad o bien de acuerdo con el párrafo anterior no corresponde a un fusible o dispositivo de capacidad normal, puede usarse el fusible o dispositivo de capacidad inmediata superior.

Si dos o más motores de un grupo necesitan articularse simultáneamente, por lo que es necesario instalar conductores alimentadores de mayor sección y convenientemente aumentarse la capacidad o ajuste de la protección de sobrecorrientes de los alimentadores.

28-33.—*Capacidad o ajuste para cargas de motores y de alimentación a motores.* Si los conductores alimentadores abastecen cargas de motores y de alimentación a motores, el dispositivo protector de sobrecorrientes de los alimentadores no deberá exceder de la capacidad o ajuste suficiente para llevar la carga de alimentación y/o aparatos, determinada de acuerdo con los artículos 5 y 6, más la capacidad que corresponda a los motores, de acuerdo con las fracciones 28-25 y 28-32, según se trate de un solo motor o de dos o más motores.

*Circuitos de control a distancia.*

28-34.—*General.* Las modificaciones siguientes a los requisitos generales de este reglamento están destinadas a cubrir las condiciones peculiares que tienen a sus circuitos de control a distancia.

28-35.—*Protección contra sobrecorrientes.* Los conductores de control pueden considerarse protegidos contra sobrecorrientes por dispositivos que no sean del tipo de acción retardada y que tengan capacidad o ajuste no mayor que el 500 por ciento de la corriente permitida en los conductores según la fracción 11-4. Para conductores pueden considerarse también protegidos por los dispositivos de sobrecorrientes del circuito derivado, si se cumple con cualquiera de las condiciones siguientes:

a) —Que la capacidad o el ajuste del dispositivo de sobrecorrientes del circuito derivado no sea mayor que el 500 por ciento de la corriente permitida en los conductores del circuito de control.

b) —Que el dispositivo controlado y el punto o puntos de control desde los cuales se controla (botones de arranque y parada, control de presión, de temperatura, etc.), se encuentren sobre la misma máquina, o bien, que la distancia entre el dispositivo controlado y el punto o puntos de control no sea mayor de 15 metros;

c) —Que la apertura del circuito de control implique un peligro, como por ejemplo, el circuito de control de motores de bombas de incendio.

28-36.—*Protección mecánica de los conductores.* Donde un daño mecánico a un circuito de control a distancia constituya un peligro, todos los conductores de dicho circuito deberán instalarse dentro de ductos, o protegerse adecuadamente contra daño mecánico.

Se recomienda que los circuitos de control se dispongan de tal modo que una tierra accidental no origine el arranque del motor.

28-37.—*Desconexión.* Los circuitos de control deberán disponerse de tal modo que se desconecten de toda fuente de abastecimiento cuando el medio de desconexión a que se hace referencia en la fracción 28-47 esté en la posición de abierto, excepto cuando se use un interruptor separado para el circuito de control. Si se usa un transformador u otro dispositivo para obtener un voltaje reducido para los circuitos de control, dicho transformador o dispositivo deberá conectarse del lado de la carga de los medios de desconexión.

#### Arrancadores

28-38.—*General.* En general, todo motor de más de 10 caballos de potencia deberá estar provisto de un arrancador que reduzca su corriente de arranque, tal como un arrancador a voltaje reducido, o un controlador conectado al secundario del motor cuando éste sea del tipo de rotor devanado. Sin embargo, si porque los motores sean del tipo de baja corriente de arranque, o porque arranquen en vacío o con carga muy ligera y porque el sistema de alimentación lo permita, se encuentra que motores de más de 10 Cp. pueden arrancar a voltaje completo, sin producir trastornos o molestias para el propio sistema de alimentación ni para otros servicios suministrados del mismo sistema, podrán instalarse los motores para arranque directo a la línea, previo acuerdo entre el usuario y la empresa suministradora.

Cuando el arranque de motores a voltaje completo dé lugar a serios trastornos en la operación del sistema suministrador o en la calidad del servicio para otros usuarios (véase la fracción 2-18), motores de más de 1 Cp. podrán requerir un arrancador que reduzca la corriente de arranque.

En caso de desacuerdo entre el usuario y la empresa suministradora, se estará a lo que sobre el particular resuelva la Secretaría de Economía.

Para los efectos de este artículo, el término *arrancador* incluye a cualquier interruptor o dispositivo que se use normalmente para arrancar y parar un motor.

28-39.—*Capacidad.* Cada arrancador deberá ser capaz de arrancar y parar el motor que controla y, para un motor de corriente alterna, deberá ser capaz de interrumpir la corriente a rotor frenado:

a).—*Motor fijo de  $\frac{1}{2}$  de caballo de potencia o menos.* Para un motor fijo de  $\frac{1}{2}$  de caballo de potencia o menos, que normalmente se deje en marcha y que esté construido de tal modo que no pueda ser dañado por sobrecarga o falla en el arranque, como por ejemplo los motores de relojes y otros semejantes, puede servir como arrancador el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado;

b).—*Motor portátil de  $\frac{1}{2}$  de caballo de potencia o menos.* Para un motor portátil de  $\frac{1}{2}$  de caballo de potencia o menos, el arrancador puede ser una clavija y contacto;

c).—*Interruptor automática como arrancador.* Un interruptor automático puede usarse como arrancador. Cuando dicho interruptor automático se use también para protección contra sobrecorriente, deberá cumplir con las disposiciones de este artículo, referentes a la protección contra sobrecorriente.

28-40.—*No necesitan interrumpir todos los conductores.* Excepto cuando sirva también como medio de desconexión (véase la fracción 28-53), el arrancador no necesita interrumpir a todos los conductores conectados al motor.

28-41.—*En conductores conectados a tierra.* Un polo del arrancador puede colocarse en un conductor conectado a tierra permanentemente, siempre que este polo no pueda abrirse sin interrumpir simultáneamente a todos los conductores del circuito.

28-42.—*Ubicación del arrancador.* Cada motor y la maquinaria que impulse, deberán poderse ver desde la ubicación del arrancador, a menos que se cumpla con alguna de las condiciones siguientes:

a).—Que el medio de desconexión del arrancador pueda asegurarse en la posición de abierto;

b).—Que se coloque un interruptor accionable manualmente, que impida el arranque del motor, visible desde la ubicación de este. Cuando se use control a distancia para el arranque del motor, el interruptor mencionado puede colocarse en el circuito de control a distancia.

Una distancia de más de 15 metros se considera equivalente a no estar visible.

28-43.—*Número de motores servidos por cada arrancador.* Cada motor deberá proveerse de un arrancador individual, excepto que para motores de 600 volts o menos, un solo arrancador puede servir a un grupo de motores, bajo cualquiera de las condiciones siguientes:

a).—Si varios motores mueven una sola máquina o aparato, como máquinas para trabajar metales y maderas, grúas, montacargas y aparatos semejantes;

b).—Si un grupo de motores está bajo la protección de un dispositivo de sobrecorriente, de acuerdo con el inciso 28-26a);

c).—Si varios motores están colocados en un solo local y son visibles desde la ubicación del arrancador.

Una distancia de más de 15 metros se considera equivalente a no estar visible.

28-44.—*Motores de velocidad variable.* Los motores de velocidad variable, si son controlados por medio de regulación del campo, deberán equiparse y conectarse de tal modo que no puedan arrancarse con un campo debilitado, a menos que el motor esté construido para ese arranque.

28-45.—*Limitación de velocidad.* Las máquinas de los tipos siguientes deberán estar provistas de dispositivos limitadores de velocidad, a menos que las características inherentes de las máquinas, del sistema, o de la carga, sean tales que limiten con seguridad la velocidad; o a menos que las máquinas estén siempre bajo el cuidado de un operador idóneo:

a).—Motores de corriente directa excitados separadamente;

b).—Motores de corriente directa con excitación en serie;

c).—Motogeneradores y convertidores, que puedan ser impulsados a velocidad excesiva del lado de corriente directa.

28-46.—*Capacidad de portafusibles.* La capacidad de una combinación de portafusibles y de interruptor, que se use como arrancador de motor, deberá ser tal que el portafusible admita el tamaño de fusible adecuado para la protección contra sobrecorriente del motor.

#### Medios de desconexión

28-47.—*General.* Los motores y arrancadores deberán tener medios de desconexión, capaces de desconectarlos del circuito de acuerdo con las fracciones 28-48 a 28-57 siguientes.

28-48.—*Tipo.* El medio de desconexión deberá ser un interruptor manual, un desconectador o un interruptor automático, exceptuándose lo permitido en los incisos siguientes.

Se recomienda que en los desconectadores para motores, que no sean capaces de interrumpir la corriente a rotor frenado, se indique claramente: "No se abra con carga";

a).—*1/2 de caballo de potencia o menos.* Para motores fijos de 1/2 de caballo de potencia, el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado puede servir como el medio de desconexión;

b).—*Motores portátiles.* Para motores portátiles una clavija y contacto puede servir como el medio de desconexión

28-49.—*Capacidad normal.* El medio de desconexión deberá tener capacidad para conducir continuamente por lo menos 115 por ciento de la corriente nominal a plena carga del motor.

28-50.—*Conductores conectados a tierra.* Un polo del medio de desconexión puede colocarse en un conductor conectado a tierra permanentemente, si este polo no puede abrirse sin desconectar simultáneamente a todos los conductores del circuito.

28-51.—*Indicación de posición.* El medio de desconexión deberá indicar claramente si está en la posición de abierto o cerrado.

28-52.—*Deberá desconectar tanto al motor como al arrancador.* El medio de desconexión deberá desconectar tanto al motor como al arrancador, de todos los conductores de abastecimiento no conectados a tierra. El medio de desconexión puede estar junto con el arrancador y aun dentro de una misma cubierta.

28-53.—*Interruptor como arrancador y medio de desconexión.* Un interruptor que cumpla con las disposiciones de la fracción 28-39 puede servir como arrancador y como medio de desconexión a la vez, si cumple con los siguientes requisitos:

a).—Si interrumpe a todos los conductores no conectados a tierra que alimenten al motor;

b).—Si está protegido por un dispositivo de sobrecorriente que (puede consistir de los fusibles del circuito derivado) interrumpa a todos los conductores no conectados a tierra, y

c).—Si es de uno de los tipos siguientes:

I.—Un interruptor en aire accionable a mano.

II.—Un interruptor automático accionable a mano.

III.—Un interruptor en aceite para no más de 600 volts entre conductores ni más de 100 amperes, o de mayor capacidad si está bajo vigilancia experta.

Los interruptores automáticos y de aceite especificados, pueden ser accionables tanto manualmente como por algún otro medio auxiliar; pero en este último caso, deberán poderse asegurar en la posición de abiertos.

El dispositivo de sobrecorriente que proteja el arrancador puede formar parte del mismo arrancador, o puede estar separado.

Un arrancador de tipo compensador no queda incluido en lo anterior y requerirá un medio de desconexión separada.



28-54.—*Interruptor de servicio como medio de desconexión.* Si una instalación consta de un solo motor, el interruptor del servicio puede servir como medio de desconexión, con tal de que cumpla con los requisitos de este artículo y que sea visible desde la ubicación del arrancador.

Una distancia de más de 15 metros se considera como no estar visible.

28-55.—*Ubicación del medio de desconexión.* El medio de desconexión deberá poderse ver desde la ubicación del arrancador, o deberá poderse asegurar en la posición de abierto.

28-56.—*Motores servidos por un solo medio de desconexión.* Cada motor deberá proveerse de un medio de desconexión individual, con las siguientes excepciones para motores de 600 volts o menos en que un solo medio de desconexión puede servir a un grupo de motores:

a).—Si varios motores mueven una sola máquina o aparato, como máquinas para trabajar metales o madera, grúas, montacargas, etc.;

b).—Si un grupo de motores se encuentra protegido por un juego de dispositivos de sobrecorriente, como lo permite el inciso 28-26a);

c).—Si varios motores están en un solo salón, visibles desde la ubicación del medio de desconexión.

El medio de desconexión que sirva a un grupo de motores, deberá tener capacidad para conducir continuamente por lo menos 115 por ciento de la suma de las corrientes nominales a plena carga de todos los motores del grupo.

28-57.—*Accesibilidad.* El medio de desconexión deberá colocarse donde sea fácilmente accesible.

(N. del E.—Véase grabado a la vuelta.)

*Motores de más de 600 volts*

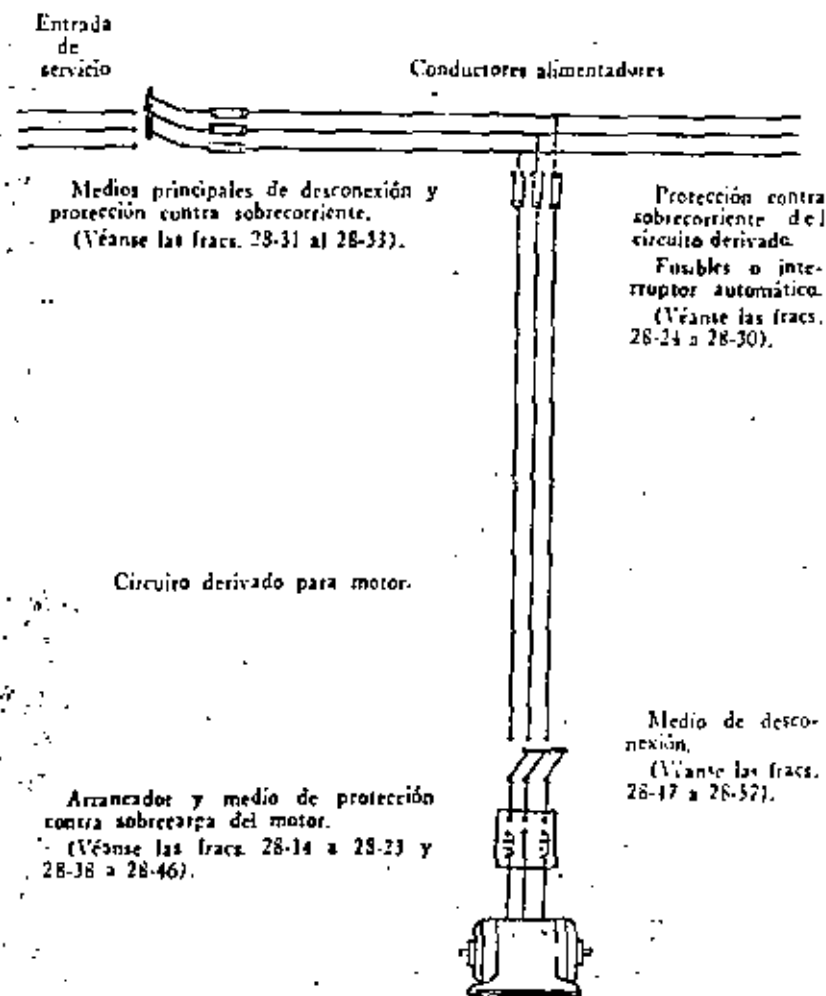
28-58.—*Requisitos para más de 600 volts.* Para motores de más de 600 volts entre conductores se aplicarán las disposiciones del presente artículo y las del capítulo X, en lo que les sea aplicable.

*Conexión a tierra*

28-59.—*Motores fijos.* Las armazones de motores fijos deberán conectarse a tierra, si existe cualquiera de las condiciones siguientes:

### DIAGRAMA ILUSTRATIVO DE LA FORMA MAS COMUN DE CONECTAR UN MOTOR

(Para otras formas permitidas en diversos casos, véase el artículo 28.)



a).—Si están situados en un lugar húmedo y no están protegidos por distancia o por resguardos;

b).—Si están en un local peligroso, véase el artículo 50;

c).—Si el motor funciona con cualquier terminal a más de 150 volts a tierra.

28-60.—*Motores portátiles.* Las armazones de motores portátiles que funcionan a más de 150 volts a tierra deberán estar resguardadas u conectadas a tierra. Véanse las fracciones 9-19 y 9-25.

Se recomienda que las armazones de motores que funcionen a menos de 150 volts a tierra, se conecten a tierra.

28-61.—*Método de conexión a tierra.* Donde se requiere la conexión a tierra, ésta deberá hacerse en la forma especificada en el artículo 9.

## DISEÑOS DE PROTECCION

### 2).- PROTECCION DE CARGAS.

El sistema de distribución de energía eléctrica debe proporcionar lo siguiente:

#### 1.- Energía eléctrica aprovechable.-

Los equipos que usan energía eléctrica, pueden tener características muy variadas que requieren condiciones de suministro definidas, tales como tensión, frecuencia, número de fases, corriente alterna ó corriente directa, regulación de tensión, etc.

#### 2.- Capacidad adecuada para suministrar energía en condiciones -- máximas de consumo.-

El sistema de distribución de energía eléctrica debe tener la capacidad necesaria para manejar la demanda máxima de la planta; por tanto, debe considerarse el incremento de la demanda debido a ampliaciones y cargas futuras.

#### 3.- Energía donde se requiere.-

Se usan ductos ó barras aisladas, así como también cable y conduit para distribuir la energía eléctrica a los puntos de consumo. Debe considerarse la adaptabilidad necesaria en estos componentes para tomar cargas futuras y para permitir cambios en la localización de dichas cargas.

#### 4.- Energía cuando se requiere.-

Se usan ductos ó barras aisladas, así como también de seguridad, así como contactores, también magnéticos, como las "válvulas" del sistema de distribución, para alimentar ó interrumpir la energía.

#### 5.- Protección para el personal de operación y mantenimiento.-

Es muy importante tomar en cuenta, al proyectar un sistema de distribución, la protección adecuada contra errores de operación, así como defensas que eviten el contacto accidental del personal con conductores y parte vivas de los elementos del sistema.

#### 6.- Protección automática a los circuitos para condiciones anormales de funcionamiento.-

Los dispositivos de protección de circuitos deben ser seleccionados de modo que interrumpan las sobrecargas ó cortos circuitos que pudieran presentarse.

PROPORCIONAR ENERGIA ELÉCTRICA APROVECHABLE:

Los compañías suministradoras, generalmente, entregan la energía al cliente industrial en la forma en que está es más económica para transmitirse. Muy a menudo la tensión de transmisión es más elevada que la que el cliente puede usar. Una ventaja de la alta tensión de transmisión es que ocasiona pérdidas de transmisión mínimas. Además, la tensión de transmisión alta representa otra ventaja para la C.F.E. y Cía. de Luz así como para el cliente: reduce la variación de tensión en el punto de utilización (la diferencia entre la tensión cuando no hay carga y la tensión cuando hay carga plena en el sistema).

Cuando se conectan las cargas al sistema, la tensión del mismo "cae". El bajo voltaje ocasiona que los motores se sobrecaliente y, por esa razón, fallen prematuramente. También es causa de que los equipos electrónicos funcionen erráticamente y, así mismo, da lugar a una baja eficiencia del alumbrado.

Por otro lado, cuando se desconectan las cargas del sistema, la tensión sube. El sobrevoltaje causará mayores exigencias en el mantenimiento del equipo electrónico, así como una reducción en la vida útil de las lámparas. Al conectar y desconectar las cargas al sistema, habrá variación en el voltaje. Estas variaciones causan cambios molestos en el nivel de alumbrado, aumentan el porcentaje de rechazo en las etapas de producción, así como otros efectos indeseables en el control de los procesos. Por consiguiente, una de las características principales que la energía eléctrica debe tener para que sea aprovechable, es que sea suministrada con una estabilidad adecuada de su tensión.

II.- RESERVA DE CAPACIDAD APLICADA PARA SUSTENTAR  
CONDICIONES DE TRABAJO DE CONSEJO.

El sistema de distribución debe tener suficiente capacidad para satisfacer la demanda mínima. Sin embargo, un sistema que tiene hoy a la capacidad necesaria en la actualidad será, muy probablemente, insuficiente en un futuro cercano. Puesto que -- las provisiones necesarias para el equipo del sistema de distribución y los circuitos correspondientes se incorporan al diseño del edificio, el cual, una vez construido, es difícil modificar el pasar por alto la capacidad requerida en el futuro puede ser una omisión sumamente cara.

El uso de la electricidad en los edificios comerciales y -- en las plantas industriales está creciendo a un ritmo muy acelerado, sin que puedan apreciarse signos de que decrezca en el -- futuro. Mayores cargas de alumbrado, nuevas máquinas de oficina y el costo de aire acondicionado necesario para eliminar el -- calor adicional disipado en un edificio, contribuyen al creci-- miento de la demanda en edificios comerciales.

Asimismo, el ritmo de crecimiento de la tensidad de carga eléctrica, en áreas de manufactura es bastante similar, debido a las prácticas modernas de alumbrado con mayores niveles de -- iluminación, a máquinas más rápidas y al crecimiento de la auto -- matización. La carga en las plantas industriales varía conside-- rablemente, dependiendo del tipo de manufactura y grado de -- avance en los procesos; ya que al aumentar la productividad del trabajador, se aumentan las necesidades de energía eléctrica, -- resultando mayores demandas en las áreas de manufactura.

Un sistema con capacidad insuficiente es la causa de una -- mala regulación de voltaje, lo cual ocasiona un alumbrado defec -- tuoso, mayor mantenimiento, baja productividad del personal y -- del equipo y reducción en la vida útil del sistema de distribu -- ción y de las máquinas eléctricas. Además, la capacidad inade -- cuada de un sistema limita bastísimamente las posibilidades de modernizar las instalaciones y de usar equipo y máquinas moder -- nas.

Se usan ductos y cables en conduit para llevar la energía eléctrica a los aparatos que la usan. Los ductos se usan, principalmente, en sistemas de baja tensión, y el cable se emplea ampliamente en todos los niveles de tensión usados en sistemas de distribución.

Las Cías. suministradoras transmiten la energía eléctrica desde puntos distantes en alta tensión entre los dos extremos de la línea. Los clientes industriales pueden reducir a menudo la caída de tensión ventajosamente en una manera similar, dividiendo la planta ó el edificio en "area de carga" y distribuyendo la energía a cada una de dichas areas.

Como ya se ha dicho, las necesidades futuras deben preverse cuando se proyecta un sistema de distribución. En la misma forma, los cambios probables en la localización de las cargas debidos a modificaciones de los procesos de manufactura, así como a nuevas máquinas que representan cargas adicionales, -- deberán ser previstos. Una manera conveniente de proporcionar la flexibilidad necesaria en un sistema de modo que satisfaga los cambios en forma económica.

- e).- MODOS DE CONTROL. 1) Dispositivos de control para alumbrado.  
Circuitos alimentadores.

IV.- PROPORCIONAR ENERGIA CUANDO SE REQUIERE.

La "valvula" del sistema eléctrico de distribución es el interruptor ó el contactor. Con objeto de suministrar la energía eléctrica cuando se necesita, estos dispositivos deben llenar las siguientes funciones:

- A) Conducir la corriente normal del circuito sin sobrecalentarse.
- B) Desconectar sin peligro el circuito bajo condiciones normales ó anormales a voluntad del operario.

CONDUCCION DE LA CORRIENTE.-

La capacidad normal de un dispositivo de conducir la corriente del circuito esta determinada, principalmente, por el limite de temperatura de operación permitida para dicho dispositivo. Los aparatos para protección de circuitos son también conductores y, por tanto, actúan como tales; la corriente que fluye por ellos eleva su temperatura. Puesto que los cambios instantáneos de la intensidad de la corriente que circula por los dispositivos no producen a su vez cambios instantáneos en la temperatura de los mismos, los aparatos de protección de circuitos pueden manejar sobrecargas momentáneas. Es por esta razón por lo que estos aparatos pueden satisfacer las condiciones de sobrecarga que exceden su capacidad de trabajo continuo las cuales se presentan debido al arranque de los motores, características de los ciclos de operación de los motores y a la corriente inicial de lamparas ó dispositivos electromagnéticos. Desde el punto de vista de operación, los incrementos momentáneos de corrientes, debidos a las causas anteriores, se consideran normales y el dispositivo de protección del circuito debe tener la capacidad suficiente para manejarlos.

INTERRUPCION DE LA CORRIENTE.-

Básicamente, en todos los circuitos eléctricos, la corriente no deja de fluir en el instante en que el interruptor se abre. La inductancia del circuito obliga a la corriente a continuar circulando a través del claro formado por los

contactos del interruptor en la forma de un arco eléctrico. - Conforme los contactos del interruptor se abren, el arco se hace mas largo y, finalmente, se extingue debido a que la tensión es insuficiente para sostenerlo.

El interruptor básico de navajas se abre y se cierra a una velocidad que depende de la rapidez con que lo accione el operario. A pesar de que a este tipo de interruptor se le clasifica con una capacidad de conducción continua de corrientes este no tiene clasificación ó especificación de corriente al cerrar ó al abrir las cuchilla. Los dispositivos que pueden abrir y cerrar con carga, se diseñan generalmente de modo que sus contactos abran ó cierren a una velocidad que es independiente de los movimientos del operario. Para lograr este efecto, los mecanismos de dichos dispositivos se llaman "contacto rápido, apertura rápida", ó mecanismos de "energía acumulada" la acción del mecanismo se lleva a cabo acumulando energía en un resorte, la cuál es entonces liberada cuando se requiere para abrir ó cerrar los contactos rápidamente.

El contactor para arrancadores magnéticos debe ser capaz de llevar a cabo su operación en forma rápida, confiable y repetidamente. Muy a menudo, debe abrir y cerrar sus contactos bajo carga eléctrica muchos miles de veces durante su vida útil. Este tipo de contactor debe soportar interrupciones de corriente que sean hasta seis veces la corriente normal de trabajo que es lo que ocurre cuando el motor que controla se sobrecarga ó se atora.

En el caso del interruptor de "contacto rápido" y apertura rápida, la velocidad de cierre y de apertura de los contactos del arrancador magnético son también independientes del operario. En los arrancadores magnéticos, el cierre rápido se obtiene por medio de un conjunto electromagnético y en los arrancadores manuales por un mecanismo de resorte, semejante al que se usa en un apagador ordinario. La operación rápida en estos arrancadores manuales se obtiene liberando la energía de un resorte ó por la acción de dicho mecanismo usado en los apagadores.



El interruptor termomagnético ó el interruptor de cuchillas que se usan en un arrancador combinado no es normalmente accionado por el operario para cerrar ó abrir el circuito del motor que controla. En este caso los dispositivos mencionados se usan para desconectar el circuito de carga cuando se va a hacer una reparación al equipo, dando así protección al electricista. Asimismo su función es proporcionar, además, la protección al circuito contra cortos circuitos. Sin embargo, el interruptor termomagnético ó de cuchillas puede ser cerrado por algún descuido bajo condiciones de corto circuito y rápidamente abrirlo antes de que el fusible haya tenido tiempo de fundirse. También puede ocurrir que el dispositivo sea abierto bajo condiciones, tales como circuito de alumbrado, es normal que los interruptores abran y cierren con carga, por lo que en dichas aplicaciones existe también la posibilidad de que el interruptor se cierre ó se abra bajo condiciones de sobrecarga ó corto circuito. En todos estos casos, el interruptor termomagnético ó de cuchillas debe ser capaz de operar satisfactoriamente y con seguridad, sin riesgo alguno de daños al equipo ó a los operarios. Los dispositivos de protección de circuitos que han sido satisfactoriamente probados y que pueden satisfacer las condiciones de trabajo arriba indicadas, son los siguientes:

Interruptores termomagnéticos en caja moldeada.

Combinaciones de interruptores termomagnéticos y fusibles.

Limitadores de corriente.

Interruptores de cuchillas combinados con fusibles.

V.- PROPORCIONAR PROTECCION PARA EL PERSONAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO.-

La satisfacci3n de los cuatro fundamentos de la seguridad en las aplicaciones de equipo el3ctrico reduciran grandemente el n3mero de accidentes que resultan en quemaduras y electrocuciones.

Dichos fundamentos son los siguientes:

- A) El uso de equipo de interrupci3n con capacidad adecuada para interrumpir el suministro de energa a todos los circuitos bajo cualquier condici3n normal 3 de emergencia que pudiera presentarse. Algunos dispositivos de interrupci3n, tales como interruptores de los vias, de transferencia, etc., pueden ser usados, aunque no tienen capacidad interruptiva, siempre y cuando sean dotados de un enclavamiento 3 entrelazado adecuado que no permita la apertura de estos dispositivos bajo carga.
- B) Ponganse todas las partes dentro de un gabinete met3lico, el cual debe estar conectado a tierra.
- C) Ponganse a tierra todas las carozas de las m3quinas y aparatos el3ctricos.
- D) No se haga ning3n trabajo en equipo el3ctrico que este energizado, cualquiera que sea la tensi3n.

Los primeros dos fundamentos de seguridad se satisfacen automaticamente cuando se especifica el equipo adecuado y se instala nuevo. Para satisfacer la tercera norma, se requiere poner en pr3ctica los procedimientos adecuados de instalaci3n. Y, para satisfacer la cuarta regla, basta con definir y poner en pr3ctica reglas y procedimientos de mantenimiento adecuados.

VI.-

PROPORCIONAR PROTECCION AUTOMATICA A LOS CIRCUITOS  
AL OCURRIR CONDICIONES ANORMALES DE FUNCIONAMIENTO

Las dos condiciones anormales más comunes son:

- A) Sobrecarga
- B) Corto circuito

Una sobrecarga ocurre cuando el equipo toma demasiada corriente durante un periodo de tiempo demasiado largo. Esta condición puede ser ocasionada por la operación defectuosa del equipo (tal como un motor con su rotor bloqueado), ó por la operación simultánea de un número anormal de aparatos eléctricos en un sistema de distribución.

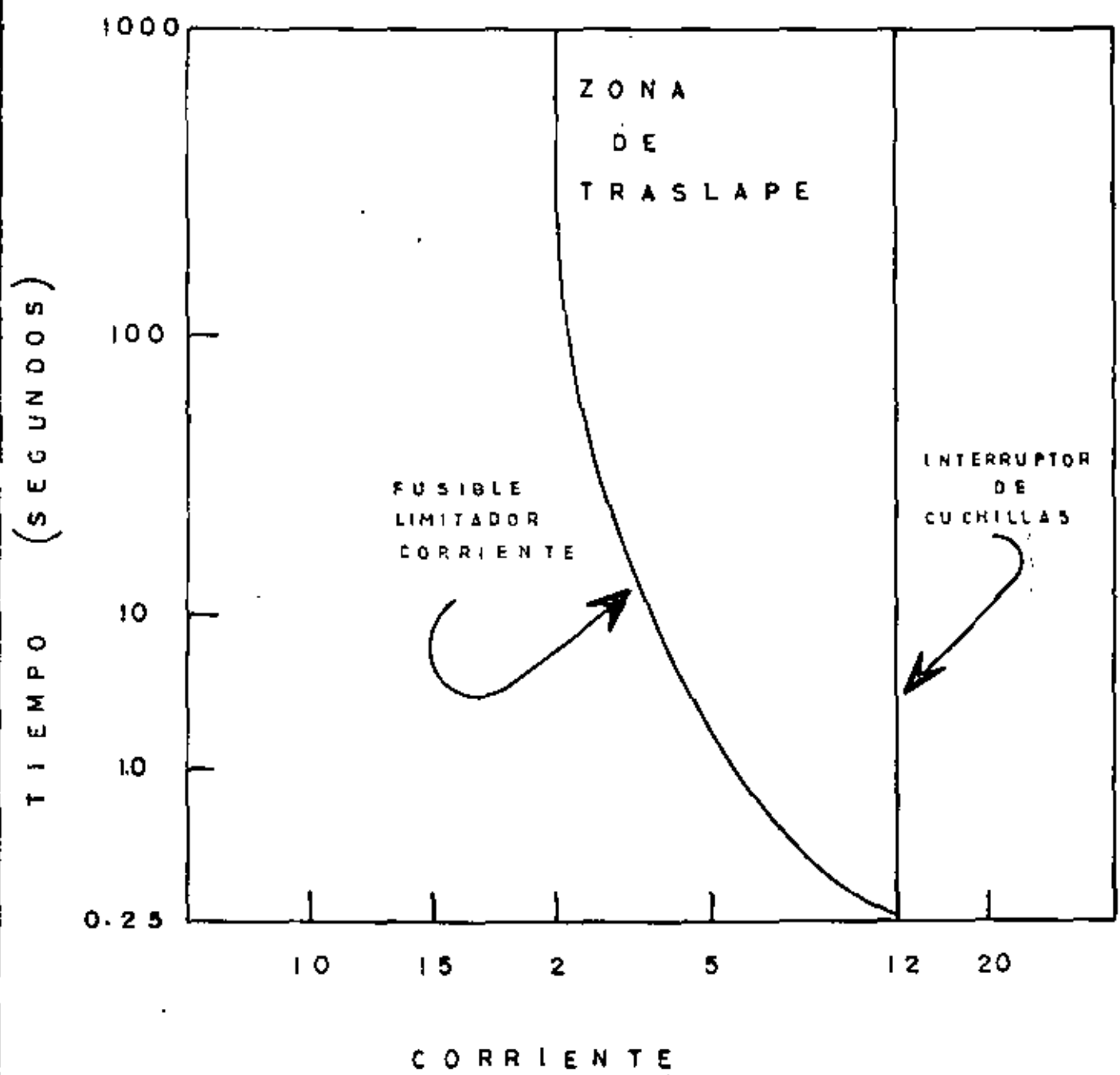
Un corto circuito se presenta cuando una falla de aislamiento entre conductores ó entre un conductor y tierra. Se ha mencionado que los interruptores se usan para conectar y desconectar la energía eléctrica a voluntad del operario. Los interruptores termomagnéticos se usan también para proteger automáticamente contra condiciones anormales a los circuitos que alimentan. Puesto que los interruptores de cuchilla son operados exclusivamente por el personal, es natural que no abran automáticamente bajo condiciones anormales del circuito. Por consiguiente, normalmente se usan fusibles conjuntamente con este tipo de interruptores, los cuales proporcionan la protección automática requerida.

El interruptor ó los fusibles, cuyas capacidades son insuficientes, pueden ser precisamente la causa de consecuencias que pueden ser más serias que la falla eléctrica, tales como un incendio, destrucción del equipo ó lesiones al personal. Por tanto, en tratándose de dispositivos de protección de circuitos, es esencial seleccionarlos con características adecuadas. El dispositivo de protección de circuitos, cuyas características no satisfacen los requerimientos del circuito, puede ser comparado con los frenos defectuosos de un automóvil. Pueden ser capaces de funcionar correctamente en paradas normales, pero en caso de una emergencia verdadera, la destrucción y el daño que pueden causar son enormes.

La cantidad de energía involucrada cuando un dispositivo de protección de circuitos no es capaz de interrumpir la corriente de corto circuito ó de sobrecarga puede ser tan grande que haga estallar en pedruzcos al dispositivo mismo dando lugar a un desastre.

En un interruptor termomagnético, electromagnético, ó sumergido en aceite, los contactos que abren y cierran la corriente normal son los mismos que interrumpen las sobrecargas y las corrientes de corto circuito. En la combinación de un interruptor de seguridad de cuchillas y de fusibles, el interruptor se usa de ordinario para las operaciones normales y los fusibles se encargan exclusivamente de la protección automática. Sin embargo, el interruptor puede estar sujeto a sobrecargas considerables. Considerese, por ejemplo, que ocurre un corto circuito en un rasel cuyo alimentador está abierto. Al cerrar el interruptor del alimentador, el operario se da cuenta de la falla y abre el interruptor antes de que el fusible se funda. El operario debió permitir al fusible liberar la falla usando su buen juicio, sin embargo en tal emergencia el personal puede actuar instintivamente en forma incorrecta. Puede ser también que el operario no esté enterado sobre que hacer en esa emergencia. En los interruptores con mecanismos de "energía acumulada" ó de "acción rápida", el tiempo mínimo de reacción del operario que transcurre para cerrar y abrir el interruptor es de aproximadamente un cuarto de segundo. Durante este lapso de tiempo, algunos fusibles pueden dejar pasar hasta quince veces su capacidad de corriente antes de que su elemento llegue a la temperatura de fusión. En este caso, las cuchillas del interruptor más bien que los fusibles, han interrumpido el corto circuito.

Cuando un interruptor de cuchillas tiene esta capacidad, se conoce con el nombre de interruptor desconectador. Un interruptor desconectador combinado con fusibles es un equipo que está debidamente coordinado.



( NUM. DE VECES LA CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR )

CAP. INT. MAX. 200000 AMPS. RMS/SIM

FIG - N°1

Como se ilustra en la fig. 1, la capacidad interruptiva de las cuchillas del interruptor excede el valor máximo de la corriente que debe interrumpir, puesto que el fusible limitador operará con corrientes por abajo de dicha capacidad.

Debido a que las diferentes clases y marcas de fusibles tienen características diferentes, deben usarse únicamente equipos combinados que hayan sido debidamente aprobados por sus fabricantes. Un interruptor combinado que no está debidamente coordinado puede estallar al ser operado en tal emergencia, cuando el operario está parado precisamente enfrente de él.

En otros casos se usan interruptores termomagnéticos combinados en forma coordinada con fusibles, con objeto de suministrar protección completa a bajo costo a aquellos sistemas que requieren una gran capacidad interruptiva. El interruptor termomagnético interrumpe cortos circuitos de pequeña cuantía, mientras que los fusibles se hacen cargo de los grandes cortos circuitos según se muestra en la figura 2.

Los interruptores automáticos, así como los fusibles deben ser adecuadamente seleccionados para que puedan interrumpir con seguridad las sobrecargas y los cortos circuitos que puedan presentarse. Estos dispositivos tienen dos capacidades de corriente, debiendo verificarse ambas al ser seleccionados:

- A) Capacidad continúa de corriente. Esta determinada por la carga normal máxima.
- B) Capacidad interruptiva. Esta determinada por la capacidad de corto circuito disponible en el punto del sistema en que se instala el interruptor.

La capacidad interruptiva (capacidad de corto circuito) que debe tener el dispositivo protector está determinada por el sistema de distribución y no por la carga. Un tubo de agua que se ha roto es semejante a un corto circuito (FIG. 3). El gasto del agua que escapa es una función de la capacidad del depósito, de la presión del agua y del diámetro y la longitud del tubo que llega a la rotura. En un sistema eléctrico de

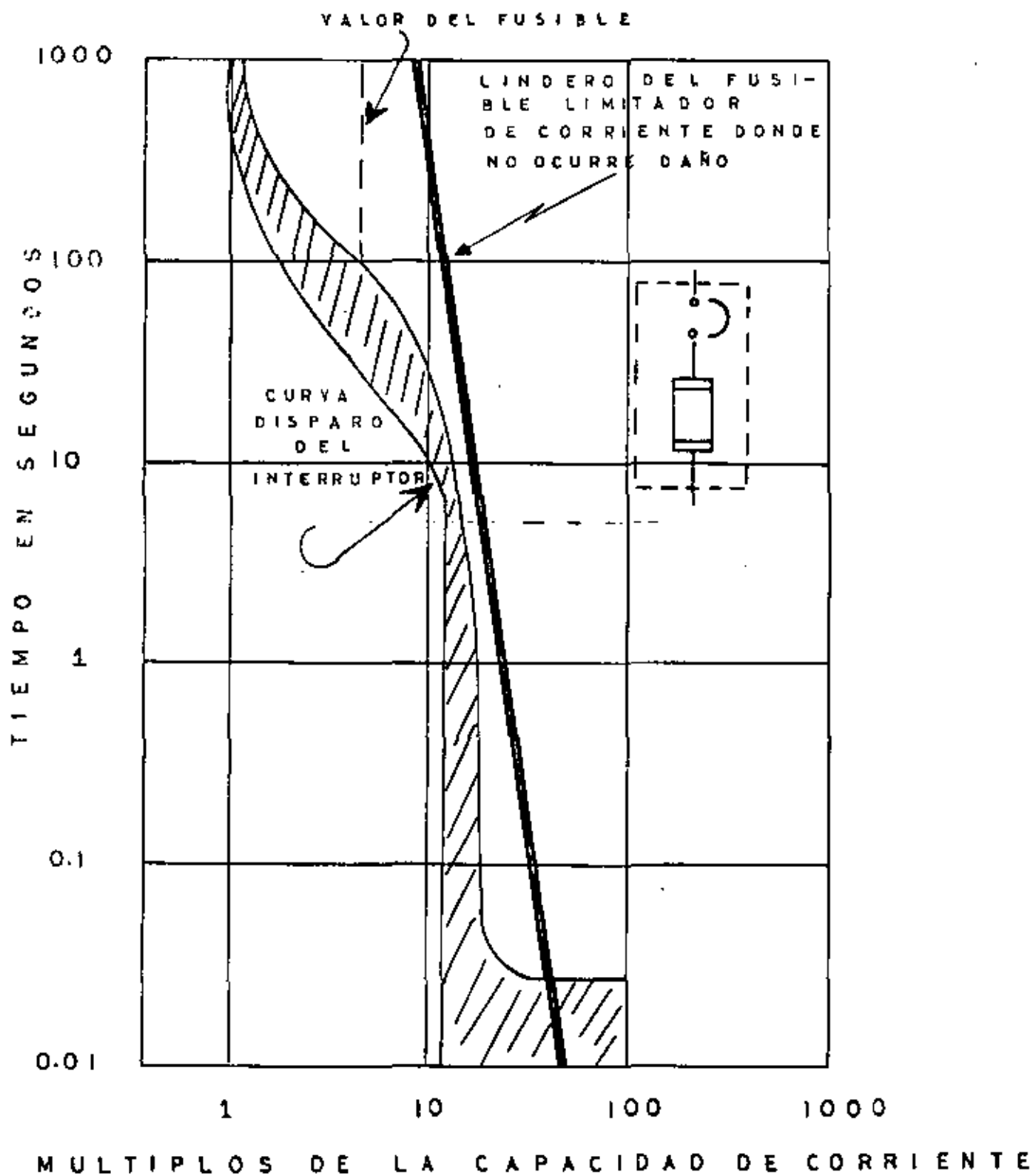
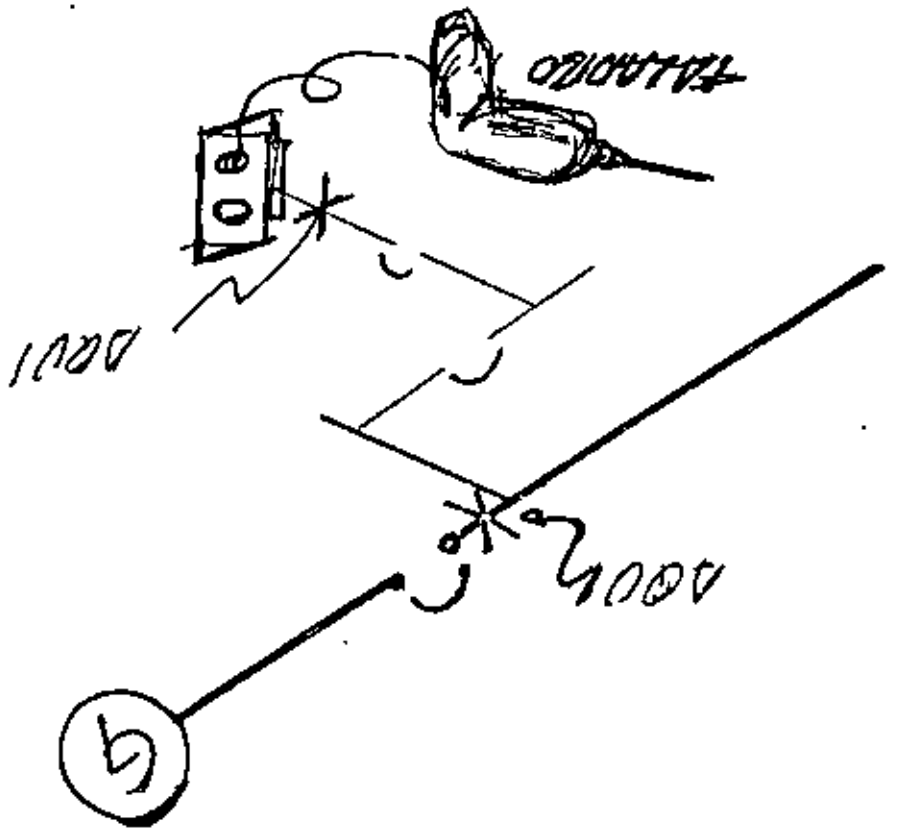
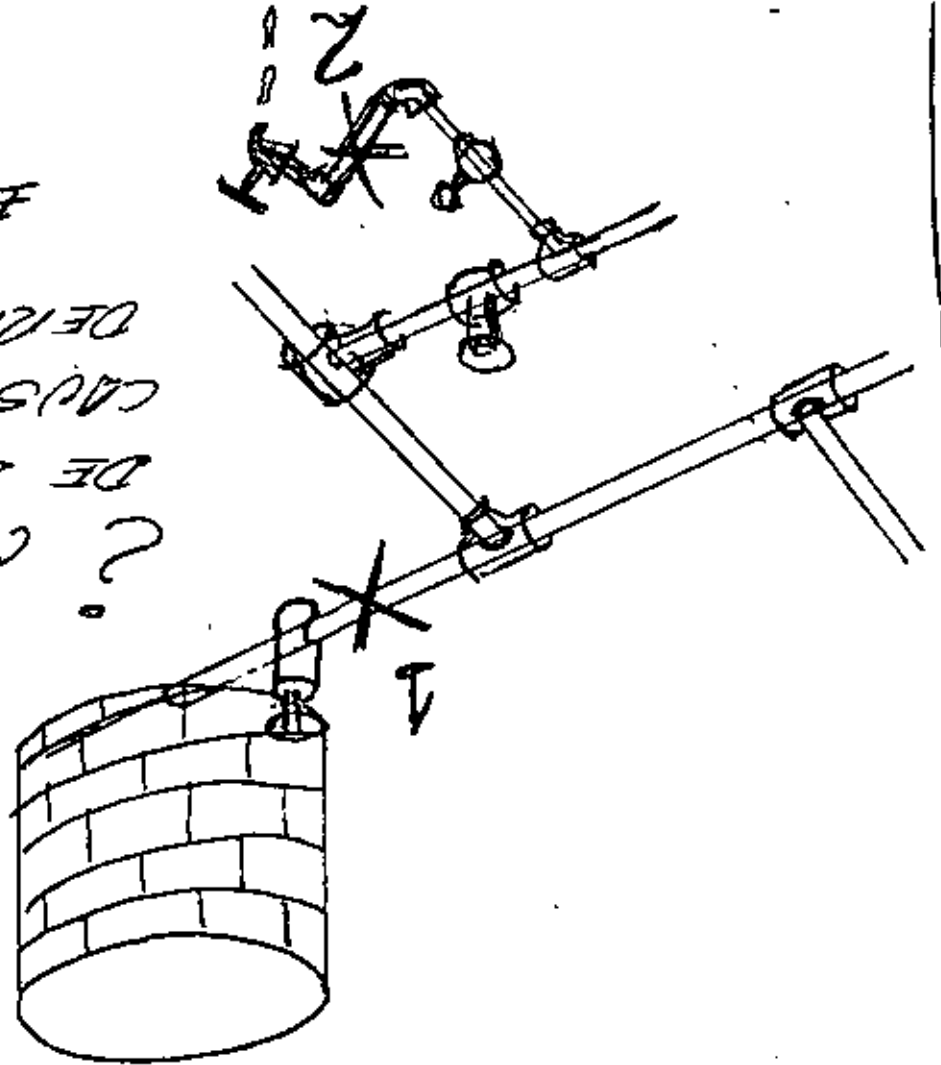


FIG N° 2

± 16. N° 3



¿ CUAL ROTURA  
 DE LA TUBERIA  
 CAUSARIA EL MAYOR  
 DERRAMA DE AGUA?  
 EN "102"





distribución la magnitud posible de la corriente de corto circuito esta determinada por la capacidad del sistema de distribución, de la tensión eléctrica (PRESION), del tamaño de los equipos (tales como ductos, cables, transformador) y la longitud física de los ductos y los cables (largo de la tubería) hasta el punto del corto circuito. Por tanto en los sistemas eléctricos la capacidad interruptiva requerida se determina por la corriente de corto circuito disponible en el lugar en que se encuentra instalado el dispositivo de protección del circuito.

Como un ejemplo sencillo, considerese la figura 4. Las curvas que se muestran en dicha figura han sido seleccionadas para facilitar el cálculo, más bien que como ejemplos de características reales en sistemas de distribución.

La impedancia que limita el flujo de la corriente de carga normal es principalmente la impedancia aparente del motor cuyo valor es 20 OHMS. Al ocurrir un corto circuito en el punto "F", la única impedancia que limita el flujo de la corriente de corto circuito es la impedancia del transformador de 0.1 OHMS comparada con 20 OHMS del motor. Por consiguiente, la corriente de corto circuito es:

$$20 / 0.1 = 200 \text{ veces la corriente normal} = 1000 \text{ Amps.}$$

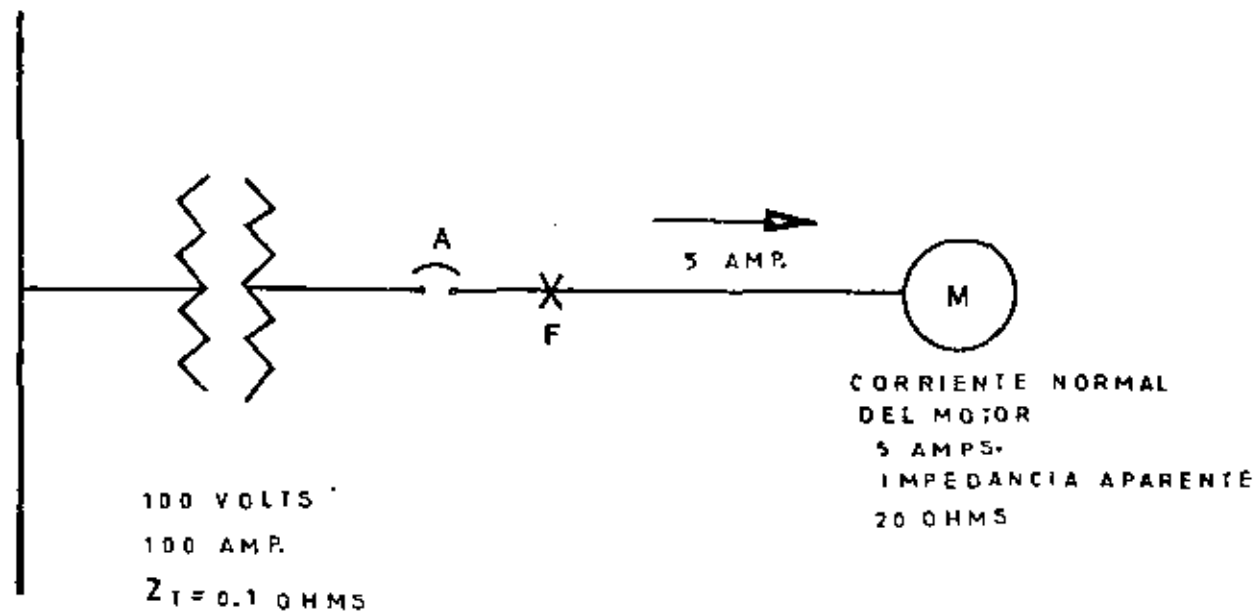
A menos de que el interruptor "A" sea capaz de interrumpir 1000 Amps., la corriente de corto circuito continuará circulando, causando grandes perjuicios.

#### ¿DÓNDE SE ORIGINAN LAS CORRIENTES DE CORTOS CIRCUITOS

Cuando se calcula el corto circuito disponible, es de extrema importancia que todas las fuentes que contribuyen al corto circuito se tomen en cuenta y que asimismo, las reactancias de estas fuentes sean determinadas.

Hay tres fuentes básicas que contribuyen a la corriente total de corto circuito:

- 1.- Generadores.
- 2.- Motores sincrónicos, condensadores sincrónicos y convertidores sincrónicos.



LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO  $\frac{20}{0.1} = 200$  VECES LA CORRIENTE NORMAL  $200 \times 5 = 1000$  A.C.C.

$$\frac{E}{Z_T} = \frac{100}{0.1} = 1000 \text{ AMPS.}$$

SI EL INTERRUPTOR "A" ES CAPAS DE INTERRUMPIR 1000 AMPS. CORTARA EL CIRCUITO Y NO CAUSARA DAÑOS

FIG. No 4

3.- Motores de inducción.

PROTECCION DE SOBRECARGAS

Como ya se mencionó anteriormente, en la mayoría de los casos, la principal función protectora de un dispositivo protector de circuito es precisamente la de proveer protección adecuada a los elementos del mismo. El interruptor termomagnético de un arrancador magnético para motores, por ejemplo, se provee principalmente para dar protección de corto circuito. Sin embargo, se incluye comunmente otro dispositivo de protección que evita que el equipo de utilización se dañe debido a sobrecargas. El arrancador de un motor, por ejemplo, lleva incorporados unos relevadores térmicos de sobrecarga, generalmente del tipo que tienen un elemento bimetálico. -- Cuando el motor sufre una sobrecarga, la corriente que toma aumenta excesivamente, la cuál, al circular por los relevadores de sobrecarga, calentar el elemento bimetálico después de cierto tiempo, a la temperatura que hace que este abra los contactos del relevador, deteniendo en esta forma el funcionamiento del motor. Con objeto de que la protección contra sobrecarga del motor sea efectiva, esto debe ocurrir antes de que el aislamiento del motor llegue a una temperatura que lo perjudique. Es un sistema de distribución, los motores, los arrancadores y los cables se seleccionan con capacidad suficiente para manejar las corrientes de trabajo normales, sin sobrecalentarse. La corriente normal de trabajo normales, sin sobrecalentarse. La corriente normal de trabajo no esta limitada al valor máximo continuo del motor ó de cualquier otra carga, sino que incluye ciertos incrementos en exceso de la corriente normal, tales como los que ocurren durante el arranque del motor. Puesto que los motores toman aproximadamente seis veces su corriente normal durante el arranque, pueden sobrecalentarse y dañarse si por alguna razón no pueden arrancar, ó aún si su período de aceleración resulta demasiado largo, a menos de que sean desconectados del sistema. Asimismo, los elementos del circuito que alimenta el motor se sobrecalientan, lo cuál puede ocasionar daños a los aislamientos, dando lugar a cortos circuitos e incendios a menos de que la carga sea desconectada.

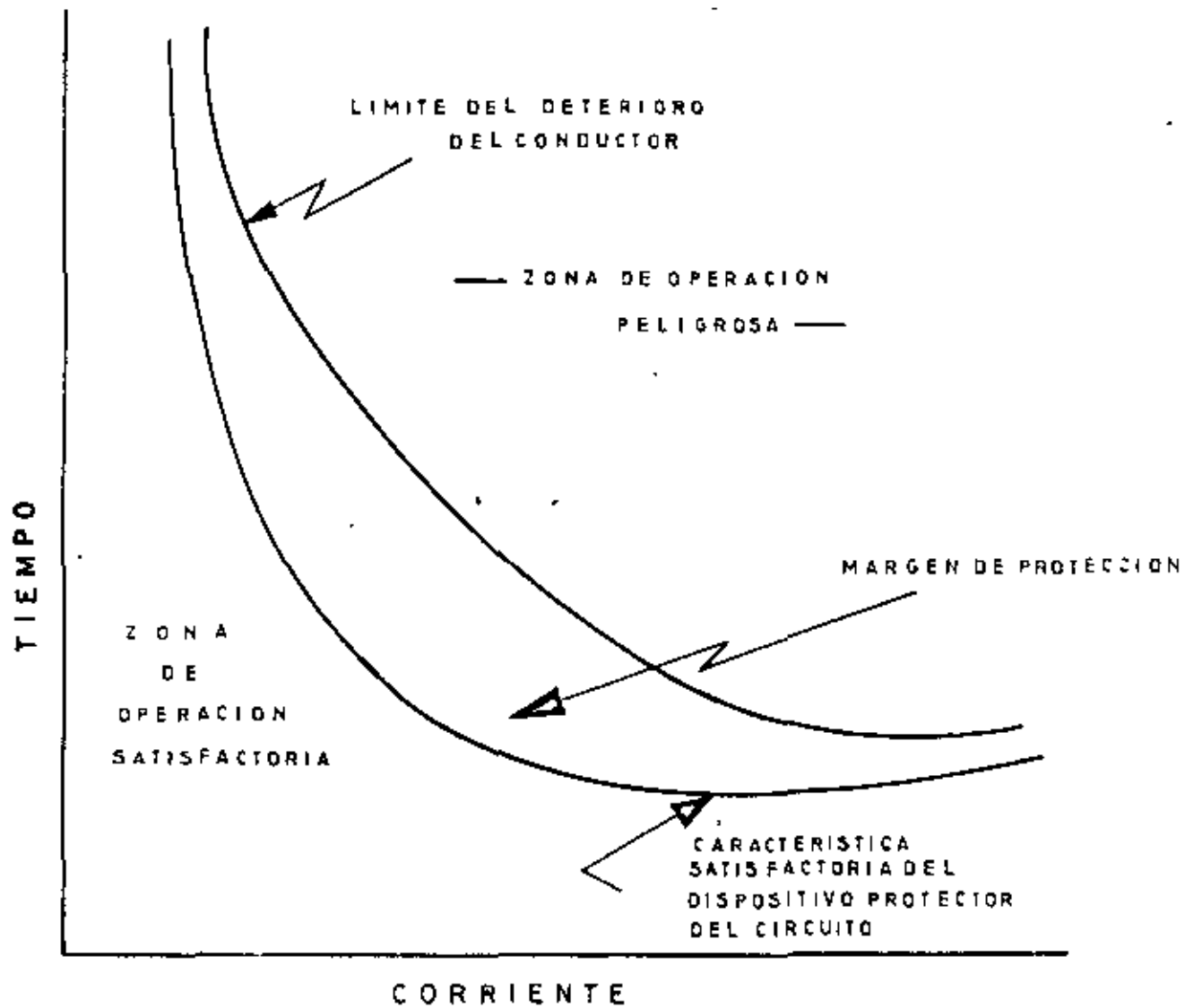


FIG. No 5

Cuando un circuito alimenta varias cargas, este puede -- sobrecalentarse si todas ellas experimentan su demanda máxi-- na al mismo tiempo. Esta condición es semejante a la que se -- presentaría si se conectarán demasiados aparatos domesticos -- simultáneamente a los enchufes de una casa. Los circuitos no se calculan normalmente con capacidad suficiente para manejar todas las condiciones extraordinarias de carga, tales como -- las que se han mencionado debido al costo adicional que ten-- drian. Por consiguiente, el circuito debe estar protegido con -- tra la posibilidad de que dicha contingencia se presente y, -- como resultado, la característica de disparó por sobrecorrien-- te. Esta característica debe caer al lado izquierdo de la cur-- va de operación segura de los conductores del circuito, como se muestra en la figura 5, de modo que el circuito, se desco-- necte precisamente antes de que sus conductores se sobrecar-- gados.

Una función muy conveniente que debe darse al proteger -- un circuito es la de proveer "una segunda línea de defensa", la cuál deberá operar en caso de que la protección primaria -- no funcione, ó en el caso de que la corriente exceda la capa-- cidad de la protección primaria. Un interruptor que se combi-- na con un arrancador magnético, proporciona esta función de -- protección secundaria. Por ejemplo, su característica de tiem-- po de disparo ó de función se selecciona de modo que interrumpa la sobrecorriente del motor solamente en caso de que el rele-- vador térmico de sobrecarga no funcione. Este tipo de protec-- ción es la de que este no dispare innecesariamente.

El hecho de que ocurran disparos innecesarios puede ser causado por que se ha usado un dispositivo protector de cir-- cuitos cuya capacidad continua de corriente no es adecuada -- para conducir la corriente a plena carga del circuito en tem-- peraturas ambientes más elevadas que la temperatura ambiente de calibración original. También puede presentarse esta condi-- ción como resultado de la falta de coordinación de las carac-- terísticas de disparo ó de función de los dispositivos protec-- tores usados.

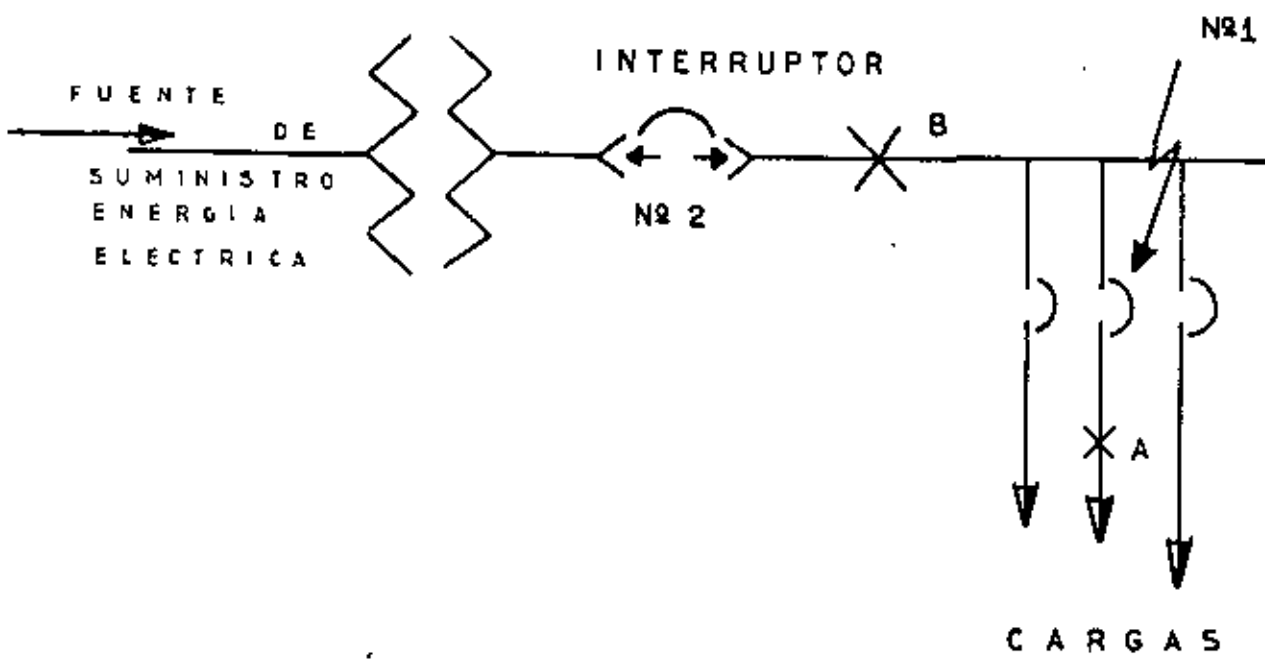


DIAGRAMA UNIFILAR DE UN ALIMENTADOR Y SUS CIRCUITOS DERIVADOS

En este último caso, tomese como ejemplo el arreglo de los interruptores mostrado en la fig. 6. El interruptor No. 1 se ha seleccionado con la capacidad suficiente para interrumpir una falla en "A". Por consiguiente, el interruptor No. 2 debe tener una característica tal que no abra al ocurrir dicha falla en "A", excepto si es necesario que opere como protección de respaldo, de modo que la energía continuará siendo alimentada a los circuitos que no tienen falla. Pero una falla en "B", el interruptor No. 2 debe interrumpirla. Cuando este interruptor abre como se explica en este ejemplo, se dice que es "selectivo" y por consiguiente, que esta coordinado con el interruptor No. 1.

La coordinación entre interruptores es más comprensible cuando las curvas características de tiempo y corriente, que pueden obtenerse de los fabricantes, se comparan gráficamente.

#### DESCRIPCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION.-

En la figura 7 se muestran equipos y aparatos que comúnmente se usan en edificios comerciales y plantas industriales. A simple vista, puede solamente apreciarse una porción relativamente pequeña del total de las componentes que forman el sistema de distribución. Ocultos en las paredes, bajo el piso y en los techos se encuentran los cables y los ductos que conducen la energía eléctrica a las diferentes partes del sistema. Los gabinetes metálicos de las instalaciones modernas dificultan en cierto grado la identificación de los varios dispositivos que se encuentran instalados dentro de los mismos. Es por tanto necesario para el Ingeniero el contar con algún esquema ó cuadro que muestre el arreglo del circuito, el número de fuentes de energía, el tipo y tamaño de los alimentadores, la capacidad de los motores, los niveles de tensión eléctrica y otros muchos datos que describen con toda precisión a los sistemas eléctricos. Dicho "cuadro" da las respuestas a preguntas tales como, "¿Qué equipo será desenergizado cuando este interruptor se abre?" ó así mismo "¿Puede alimentarse este motor desde otra fuente de energía?".

El "cuadro" ó esquema que permite al Ingeniero entender el sistema de distribución se conoce con el nombre de diagrama unifilar. Se le llama "unifilar", debido a que en el todos los conductores de cada circuito se representan con una sola línea, independientemente de que se trate de un sistema monofásico ó de uno trifásico. Se usan diferentes símbolos en los diagramas unificilares, los cuales identifican en forma específica a los equipos eléctricos del sistema.

La línea que llega desde la fuente de energía termina en una mufa de donde pasa a un transformador a través de un -- interruptor desconectador. Del secundario del transformador, un interruptor deslizante alimenta a cuatro interruptores en aire también deslizantes, uno de los cuales es de reserva. De la izquierda a la derecha el primer alimentador suministra -- energía a un centro de control para motores, en el cuál se -- encuentran agrupados varios arrancadores magnético combinados. El segundo alimentador esta conectado a dos tableros de alumbrado por medio de un ducto, uno de dichos tableros, por -- medio de un interruptor fusible y, el otro, a través de un -- interruptor fusible y un transformador.



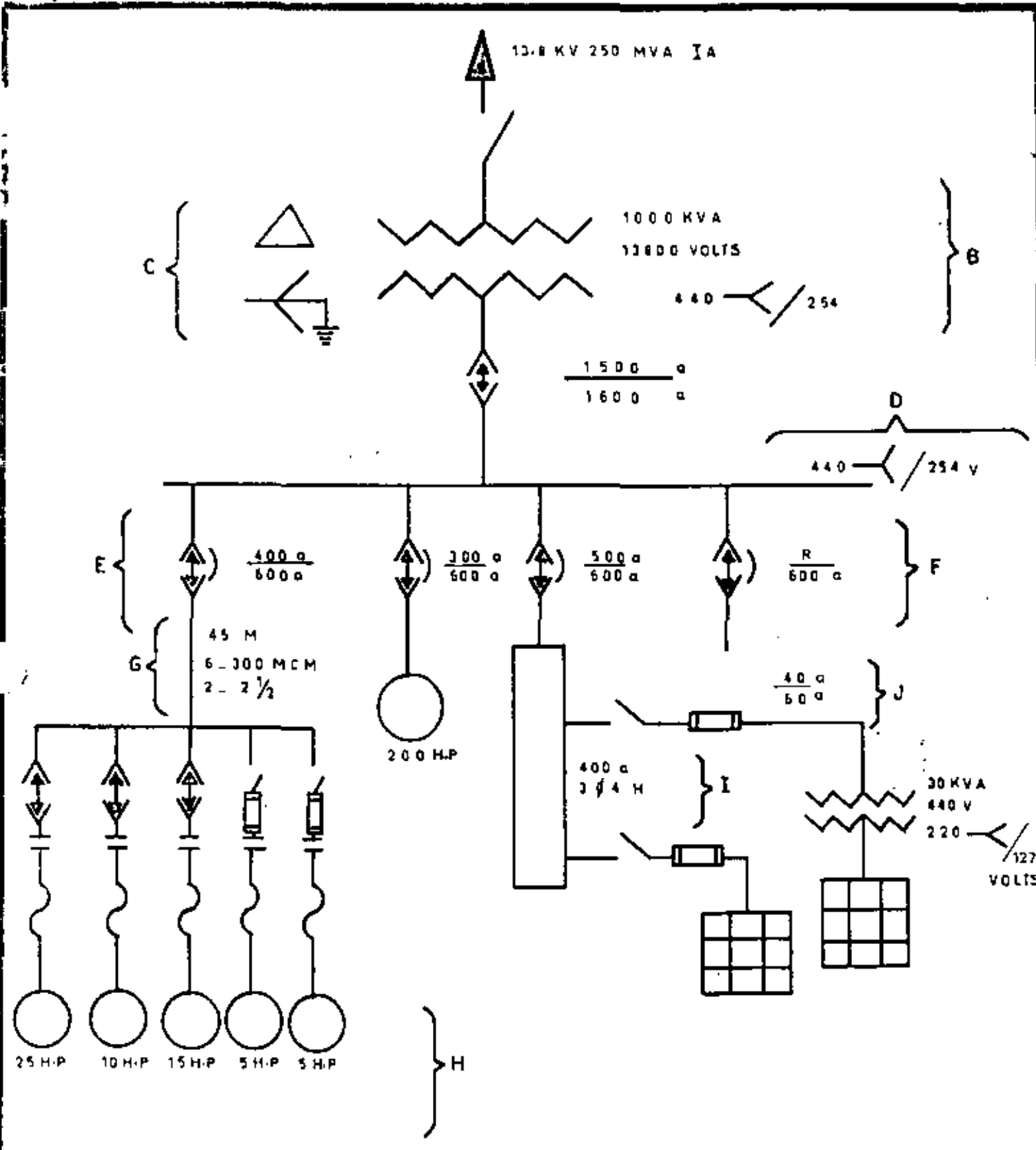


DIAGRAMA UNIFILAR

FIG. No 7

- A.- Esta nota indica que el nivel de la tensión eléctrica de la fuente de energía es 13.8 kv (13,800 voltios) y que al ocurrir un corto circuito firmemente entre las tres fases del alimentador de 13.8 kv, se presentará una energía de corto circuito con valor de 250 mva (250,000 kva) disponible en el sistema de alimentación. Este valor corresponde aproximadamente a 10,500 amperios en 13.8 kv. Esta información determina la selección de los dispositivos de protección en ambos lados del transformador.
- B.- Estas cifras definen las características del transformador siendo este de 1,000 kva, con primario de 13.8 kv. Y secundario de 440 voltios entre líneas conectado en estrella y con 254 voltios entre línea y neutro.
- C.- Estos símbolos indican que el transformador está conectado en delta en el primario y estrella en el secundario, cuyo neutro está conectado *FIRMEMENTE* a tierra.
- D.- Estas cifras identifican el nivel de tensión eléctrica del sistema.
- E.- Estas designaciones identifican la capacidad de los interruptores. La cifra 600, abajo de la línea, indica el tamaño del marco del interruptor y la cifra 400a, arriba de la línea, indica el valor de la corriente de disparo del elemento de operación. Debido a que hay considerable superposición entre las características disponibles de corriente para los distintos tamaños nominales de interruptores en el mercado, estas cifras se requieren para dar una descripción completa de los interruptores usados.
- F.- Este es un interruptor de reserva, con un marco de 600 amperios, para el cuál las bobinas de disparo no ha sido seleccionadas.

- G.- Este es un alimentador que consiste en seis cables de 300 KCM, dos por fase, en dos conduits de 2 1/2 pulgada. El alimentador es de 45 MTS. de largo.
- H.- Indica las capacidades de los motores.
- I.- Indica la capacidad del ducto la cuál es de 400 amperios, tres fases, cuatro hilos.
- J.- Esta anotación da la capacidad del fusible (40 amps.) y la del interruptor es, normalmente, la inmediata superior estandar -- con respecto al fusible, a menos de que pueda obtenerse un -- interruptor cuya capacidad sea la misma que la del fusible.



2).- DISPOSITIVOS DE CONTROL PARA FUERZA. CIRCUITOS ALIMENTADORES:  
EL ARRANCADOR.

ARRANCADOR MAGNÉTICO.

El arrancador magnético está formado por un contactor - que permite abrir y cerrar respectivamente los circuitos, -- millones de operaciones en condiciones normales y anormales - en caso de sobrecorriente que no sobrepase el valor de --- corriente a rotor bloqueado: 10 veces la corriente nominal. .

Si al contactor se le adaptan portablemente y elementos térmicos de protección de sobrecarga a fin de interrumpir ó - abrir los contactos cuando la corriente del motor sobrepasa - la nominal en el valor ajustado que protege al motor evitando se queme, procediendo a verificar y corregir la anomalía que causa la sobrecarga.

El arrancador magnético puede ser accionado manualmente a través de una estación de botones, dispositivo piloto; termostato, presostato, electronivel, etc. Así mismo mediante - una protección de sobrecarga, bajo voltaje, alto voltaje, -- rele direccional, de falla de fase, protección de tierra, etc a fin de proteger el circuito, el motor contra estos proble-- mas.

Se pueden clasificar:

- A) Funcionamiento.- Manual, automático a tensión plena a voltaje reducido.
  - B) Forma de extinguir el arco.- En aire, aceite, gas a presión ó en vacío.
  - C) Finalidad.- De protección, seccionar, selector de mando.
  - D) Medio ambiente.- En tablero, en gabinete; a prueba de polvo - de agua, corrosión ó explosión.
- 1.- Arrancador a tensión plena.- Bajo condiciones apropiadas de - carga, tamaño de motor, tensión, se puede utilizar para arran- car el motor.

El motor puede soportar una corriente de arranque de 800% y - procederá a girar, pero hay que considerar los problemas que puede causar a la máquina por accionar, si está puede dañarse / causar disturbios en la línea en cuyo caso un arrancador a

voltaje reducido será más adecuado y necesario. Por lo tanto no solo nos limita la capacidad del motor que sea mayor de -- 10 HP, para considerarlo.

2.- Arrancadores manuales.- Adecuados para motores de hasta 7.5 - HP, 3 fases, que operan continuamente ó tienen pocas interrupciones. No tiene protección de no voltaje y por lo tanto el sobrecalentamiento del motor por está causa, no lo protegerá. Así mismo las interrupciones del suministro de la energía por parte de la Cía. de Luz al normalizarse: arrancarán al motor y sí es peligroso para el personal, reglamentar su operación ó evitarlo. Para ventiladores y equipos que conviene que -- operen continuamente es ideal.

3.- Arrancadores a voltaje reducido:

- A) De resistencias.- Se tiene pérdida de energía.
- B) Tipo autotransformador.- Límita la corriente en el arranque y da lugar a mayores pares de arranque (en estrella ó en delta abierta). Pudiendo ajustarse según el caso para -- reducir el voltaje en un 80%, 65 ó 50%.
- C) Devanado de partido.- Para cargas ligeras: la aceleración es suave.
- D) Estrella/delta.- Limitado, equivalente al 57% del tipo -- autotransformador y se proporciona un 33% del par de arranque.

4.- Elementos térmicos.- Que se utilizan para dar la protección - de sobrecarga, se tienen de varios tipos:

- A) De aleación que al sobrecalentarse y fundirse, mueve un - engrane que suelta el trinquete.
- B) Tipo de resistencia.
- C) Tipo de bimetálico.- Directo ó indirecto.

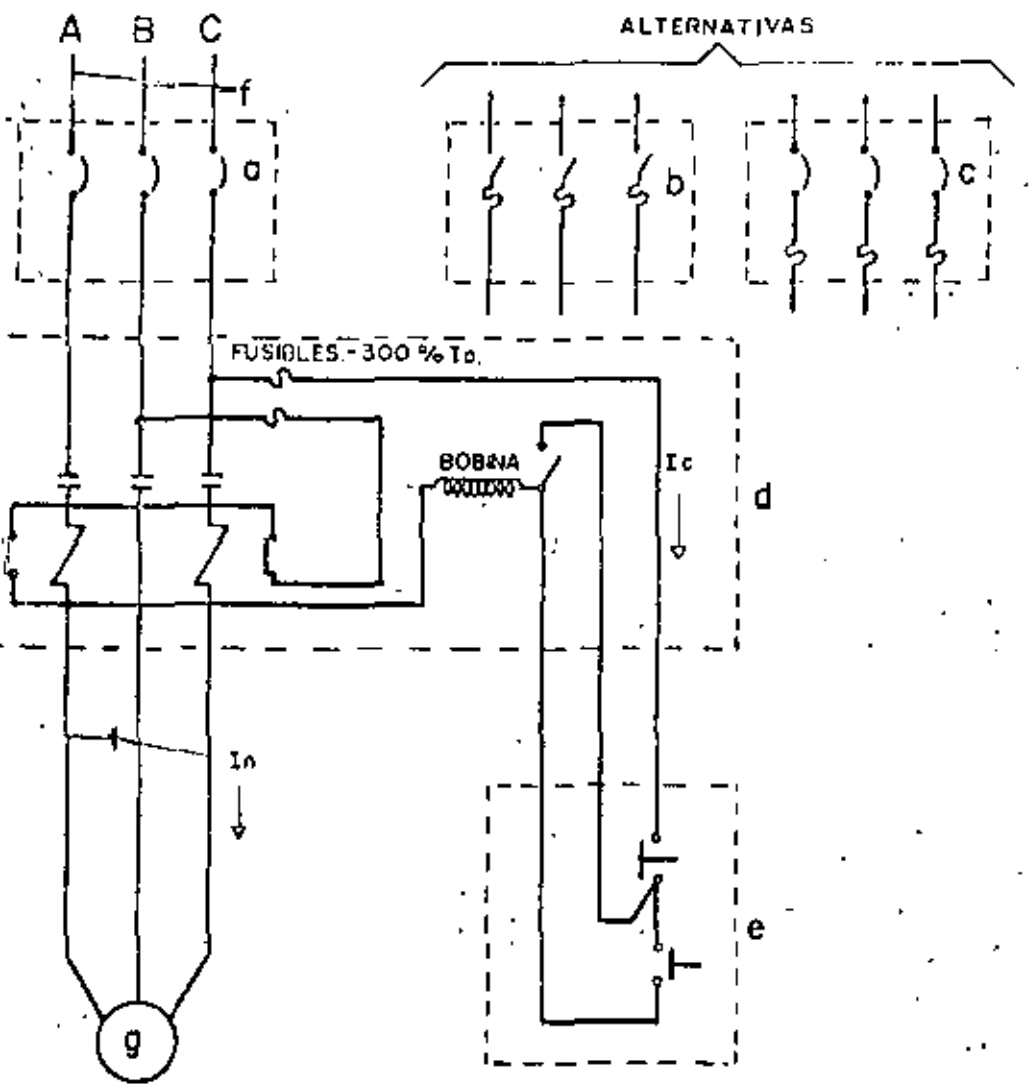
Normalmente su ajuste máximo es de 125% de la corriente no ninal del motor. Considerando que el motor está diseñado para un factor de servicio de 1.15 y una sobre elevación de tempe- ratura de 40°C.

Para otro tipo de motores es recomendable ajustar los ele- mentos térmicos a 115%.

Al seleccionar los elementos térmicos es de considerar - el factor de potencia al cuál opera y si se instala l capacitor para corregirlo al lado de la carga deberá tenerse cuidado que el factor de potencia no se aumente a más de la unidad conveniente 95 %.

En el caso de arrancadores a voltaje reducido no deberán instalarse del lado de la carga por el peligro que presenta - la variación de voltaje.

Ver figura No. 9



1- PROTECCION CONTRA SOBRE CORRIENTE Y CORTO CIRCUITO  
 a) INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 300% I<sub>n</sub>.  
 b) DESCONECTOR DE FUSIBLES. 400% I<sub>n</sub>.  
 c) INTERRUPTOR CON FUSIBLES DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA 225% I<sub>n</sub>.

2- PROTECCION CONTRA SOBRECARGA.  
 a) ARRANCADOR 110 a 140% I<sub>n</sub> ELEM. TERMICO.

3- CONTROL.  
 a) ESTACION DE BOTONES

4- CONDUCTOR ELECTRICO  
 a) CABLE ALIMENTADOR 125% I<sub>n</sub>.

5- MOTOR ELECTRICO | g |  
 . HP, VOLTS, I<sub>n</sub>, rpm.

DIAGRAMA ELECTRICO **Fig. N° 9**  
 PROTECCION DE UN MOTOR ELECTRICO.  
 CORTOCIRCUITO - SOBRECORRIENTE - SOBRECARGA.



DIAGRAMA DE CONECCION DE UN MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO  
CON UN ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION COMPLETA

Ver la figura No. 10

Secuencia de la operación .-

Si apretamos el botón de arrancar (A), instantaneamente se cierra el contacto de sello (C.S.), se energiza la bobina (B), se cierran los contactos de la bobina (C.B.) quedando - el motor conectado a la línea.

El motor quedará protegido por:

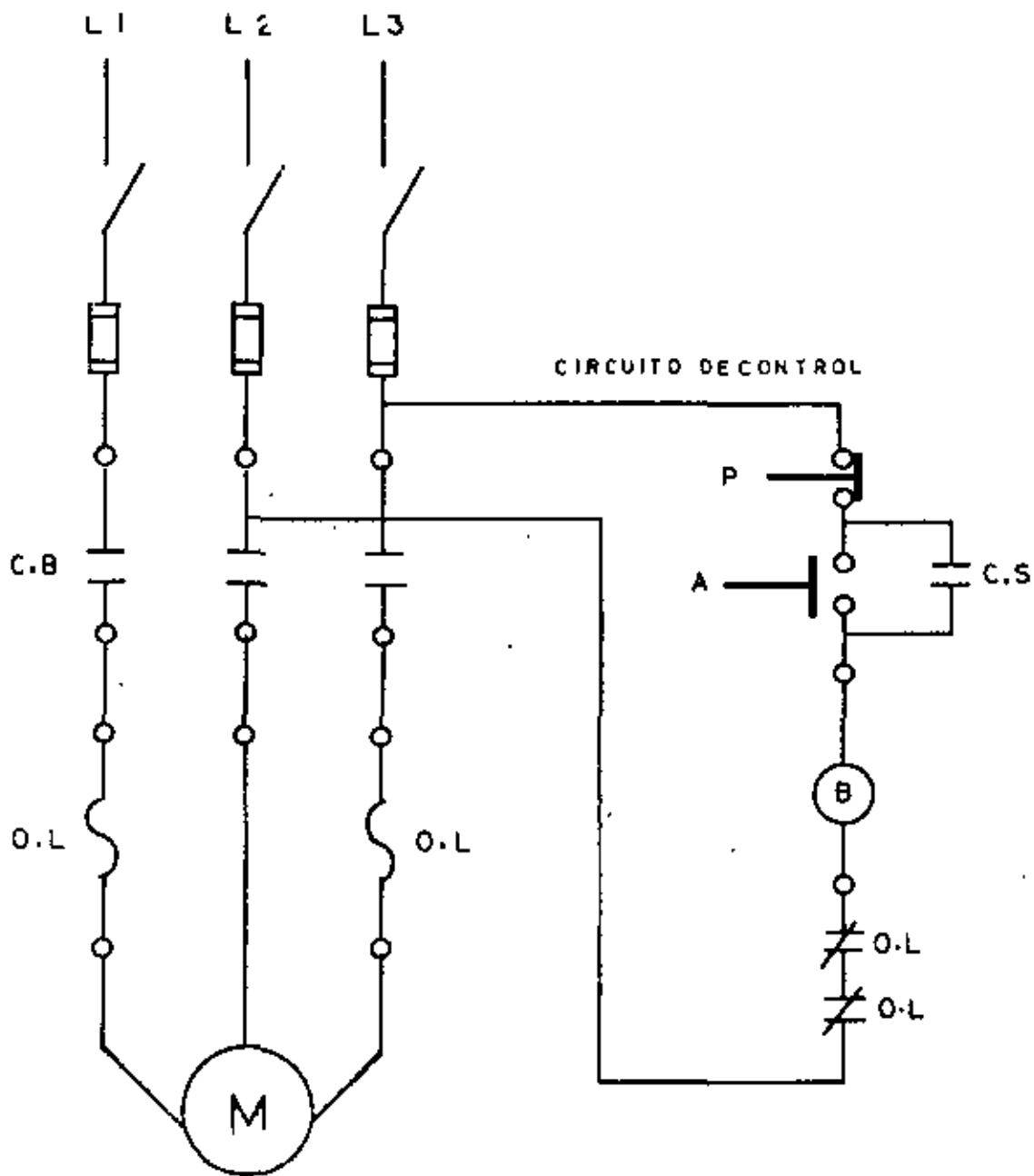
Elementos térmicos de los relevadores de sobrecarga -- (OVER LOAD) (OL).

DIAGRAMA DE CONECCION DE UN MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO  
CON ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION REDUCIDA

Ver la figura No. 11

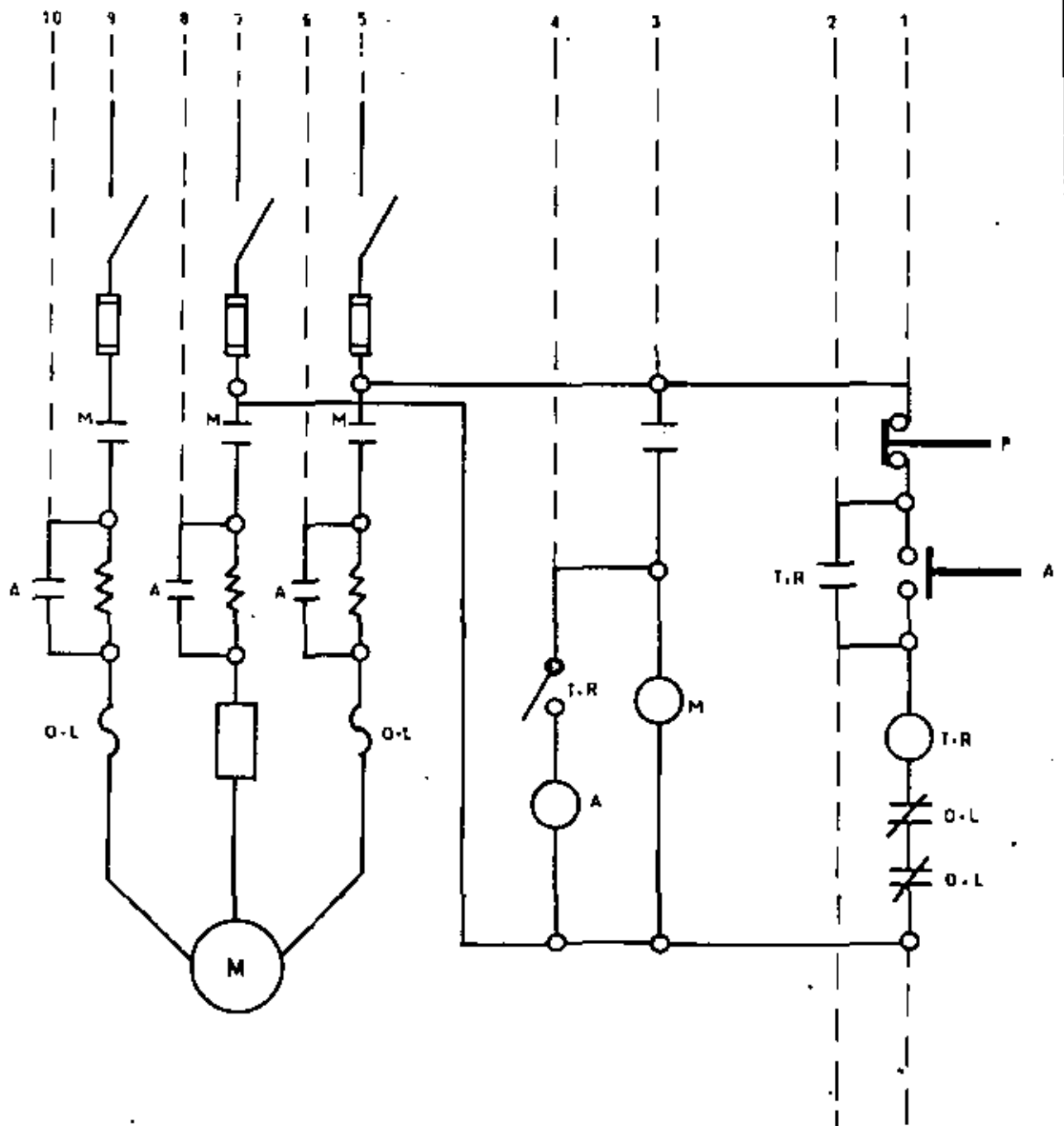
Secuencia de la operación.-

Al oprimir el botón de arranque, (A), se energiza la - bobina (TR) en el eje 1, la cuál cierra los contactos instan-  
taneos (TR) en los ejes 2,3, el contacto en 2 es de sello ó en clave, el contacto en 3 energiza la bobina (B), la que --  
cierra sus contactos en 5,7 y 9 quedando el motor alimentado a través de las resistencias, las que provocan una caída de  
tensión haciendo que el motor quede alimentado a tensión re-  
ducida. El mismo contacto en el eje 3 deja preparado el cir-  
cuito para que el contacto (TR) en el eje 4 que es el contac-  
to de tiempo retardado del relevador de tiempo, al cerrar --  
energiza a la bobina (A) la que a su vez cierra sus contac-  
tos (A) en los ejes 6,8 y 10 quedando así el motor alimenta-  
do a la tensión de la línea.



ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION PLENA

FIG. No 10



ARRANCADOR MAGNETICO  
A TENSION REDUCIDA

FIG. No 11



APLICACION TÍPICA DEL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES  
ELECTRICAS

La familiarización y la comprensión cabal del reglamento de obras e instalaciones eléctricas, así como del "NATIONAL -- ELECTRICAL CODE" requiere mucho estudio de dichos documentos, el cuál está fuera del propósito de este curso. Sin embargo, -- es conveniente tener un concepto general de la forma como -- estos reglamentos se aplican, por lo que el siguiente ejemplo se presenta con este propósito. Debe recordarse que ambos docu-- mentos contienen solamente las provisiones básicas y mínimas -- que se consideran necesarias para operación de los sistemas y aparatos eléctricos con un grado de seguridad satisfactorio.

Supóngase que un cliente ha adquirido un motor de induc-- ción de 20 caballos de potencia, el cuál deberá operar en 440 -- voltios, 3 fases, 60 ciclos. Puesto que este motor deberá -- conectarse al sistema de distribución, deberán seleccionarse -- los conductores, la protección contra sobrecarga de motor y la protección para el circuito mismo.

En vista de que la selección apropiada de estos componen-- tes es necesaria para proteger al personal de los riesgos que el uso de la electricidad presenta, el reglamento de obras e -- instalaciones eléctricas así como el "NATIONAL ELECTRICAL CODE" indican los requerimientos mínimos para el alumbrado y la pro-- tección de este circuito.

1.) CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR

El primer paso consiste en determinar ciertas caracterís-- ticas del motor, las cuales se encuentran en su placa de datos.

- A) Potencia del motor: 20 Hp.
- B) Tensión del motor: 440 voltios, 3 fases, 60 ciclos.
- C) Diseño del motor: GE tipo K, diseño noma B, par de arran-- que normal, corriente de arranque normal.
- D) Corriente a plena carga: 25.8 amps.

## 2.) TIPO DE LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO

El segundo paso incluye la determinación de los conductores que el cliente desea usar en el circuito. El cliente ha -- especificado en este caso lo siguiente:

- A) Tres conductores de cobre, con aislamiento termoplástico, -- en tubo conduit.
- B) Temperatura ambiente máxima: 40°C.

## 3.) CALIBRE DE LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO

- A) El artículo 11 del reglamento de obras e instalaciones eléctricas trata sobre los conductores adecuados y las condiciones bajo las cuales van a ser usados. Por otro lado, en la fracción 28-10 se especifica que "la corriente permisible -- en los conductores de un circuito derivado que abastezca a un motor individual, con régimen de trabajo continuo y carga aproximadamente constante, no será menor de 125% de la -- corriente nominal a carga plena del motor."

Capacidad del circuito derivado =  $1.25 \times 25.8 = 32.2$  amp. -- (min).

- B) La tabla No. 2 del reglamento de obras e instalaciones eléctricas muestra las capacidades de los conductores a una temperatura ambiente de 30°C. Para su uso en ambiente de 40°C, la continuación de la misma tabla muestra los factores de -- corrección para temperaturas mayores de 30°C, el cuál es de 0.82 para nuestro caso. Usando la columna No. 3 para conductores con aislamiento termoplástico seleccionamos un conductor de calibre No. 8 AWG.

Corriente permitida =  $40 \text{ amp.} \times 0.82 = 32.8$  amp. (adecuado)

- C) Compruébese la caída de tensión en el alimentador cuando el motor opera a plena carga. En el artículo 6, inciso 2 del -- reglamento de obras e instalaciones eléctricas, se especifica que, "la caída de voltaje desde la entrada del servicio hasta el último punto de la canalización correspondiente, -- la carga no deberá ser mayor de 4% para cargas de aparatos y motores". Si la caída de tensión calculada resulta mayor de este valor, considerese un calibre más grande para los -- conductores.

4.) REGLAJUNTO DE SOBRECARGA

- A) El reglamento de obras e instalaciones eléctricas en su inciso 28-15, párrafo a-I indica que "la capacidad ó el ajuste de este dispositivo (de sobrecorriente) no deberá ser mayor del 140% de la corriente nominal a plena carga. Sin embargo, este porcentaje indica la tolerancia máxima que puede aceptarse siendo normalmente aceptado por los fabricantes de los motores con 40°C, de sobre elevación de temperatura, que el dispositivo de sobrecarga no dispare a más de 125% de la corriente a plena carga del motor. Esta misma cifra se menciona también en el nec, artículo 430-32.

Capacidad de sobrecarga =  $1.25 \times 25.8 = 32.2$  amps. (máximo).

5.) SELECCION DE LA PROTECCION CONTRA SOBRE-CORRIENTE PARA UN ALIMENTADOR QUE SUMINISTRA A MOTORES.

- A) A partir de la fracción 28-24, el reglamento de obras e instalaciones eléctricas específica la forma en que debe protegerse los circuitos que alimentan a varios motores. La fracción 28-25 se refiere a la capacidad ó ajuste del "dispositivo protector de sobrecorriente del circuito derivado para un motor deberá ser capaz de soportar la corriente de arranque; pero su capacidad ó ajuste no deberá exceder del 400% de la corriente a carga plena del motor..."

- B) El código nacional eléctrico de los EE.UU. (NEC) es más estricto al respecto, aunque sólo especifica la capacidad mínima y máxima del dispositivo de protección contra corto circuito permitiendo el diseñador la selección dentro de ambos límites de la capacidad requerida.

Capacidad mínima: El artículo 430-57, indica que, "el interruptor ... deberá tener una capacidad continua de 115% de la corriente nominal del motor a plena carga"

Capacidad mínima del interruptor =  $25.8 \times 1.15 = 30$  amp.

Capacidad máxima: Puede obtenerse esta cifra de dos maneras: en la tabla 430-146, en la línea de 26 amps. Y bajo la columna 4, la capacidad máxima del interruptor es 70 amps. Al otro lado es por medio de la tabla 430-152 del mismo nec. Para motores con letra código F (la cuál aplica a los motores tipo K), polifásicos, de inducción, con arranque a pleno voltaje, la capacidad máxima del interruptor es de 250% de la corriente a carga máxima ó la capacidad estandar inmediata superior.

$$I_{\text{max.}} = 25.8 \times 2.5 = 65 \text{ amps.}$$

Capacidad máxima del interruptor = 70 amps.

Cualquiera de las capacidades normales en que se fabrican los interruptores, es decir, 30, 40, 50 ó 70 amps., puede seleccionarse para esta aplicación de acuerdo con el nec. Sin embargo, debido a que los interruptores termomagnéticos de caja moldeada son sensibles a la temperatura ambiente, y a que sus capacidades nominales son establecidas a una temperatura ambiente de 25°C, debe considerarse la temperatura ambiente a la cuál el interruptor estará sometido y también los efectos de la caja ó cubierta dentro de la cuál pueda hallarse instalado con objeto de evitar disparos innecesarios del interruptor.



## INSTALACION ELECTRICA DE MOTORES

VER FIGURA 8

**CORRIENTE A PLENA CARGA:**

ES LA CORRIENTE QUE CONSUME UN MOTOR CUANDO ESTA DESARROLLAN-  
DO SU POTENCIA NOMINAL A LA VELOCIDAD NORMAL Y POR LO TANTO INFLUYEN  
LAS PERDIDAS MECANICAS POR FRICCION, LAS PERDIDAS MAGNETICAS POR HIER-  
RO Y LAS PERDIDAS ELECTRICAS EN EL COBRE POR EFECTO JOULE.

A) CIRCUITO DERIVADO DEL MOTOR.- LOS CONDUCTORES SE CALCULAN PARA UN  
25% DE SOBRECARGA O SEA PARA 1.25 VECES LA CORRIENTE A PLENA CARGA.

B) PROTECCION DEL CIRCUITO DERIVADO.- LOS FUSIBLES E INTERRUPTORES  
AUTOMATICOS PARA PROTEGER EL CIRCUITO DERIVADO CONTRA CORTO CIRCUI-  
TO DEBER RESISTIR LA CORRIENTE DE ARRANQUE DEL MOTOR QUE ES VARIAS  
VECES LA CORRIENTE A PLENA CARGA. FUSIBLES 300%

INTERRUPTOR AUTOMATICO 250%

C) DISCONNECTADOR DEL MOTOR.- ESTE SIRVE PARA DESCONECTAR EL MOTOR  
Y SU CONTROL, PARA REVISIONES O REPARACIONES Y DEBE ABRIRSE DESPUES  
DE QUE SE HAYA PARADO EL MOTOR. SU CAPACIDAD SE CALCULA TOMANDO 1.15  
VECES LA CORRIENTE A PLENA CARGA.

D) PROTECCION DEL MOTOR CONTRA SOBRECARGA.- LOS ELEMENTOS TERMICOS  
DE ACCION RETARDADA SE CALCULAN PARA UNA SOBRECARGA DEL 25% OSEA  
1.25 VECES LA CORRIENTE A PLENA CARGA. SIENDO DE ACCION RETARDADA,  
RESISTEN LA CORRIENTE DE ARRANQUE MOMENTANEA DEL MOTOR.

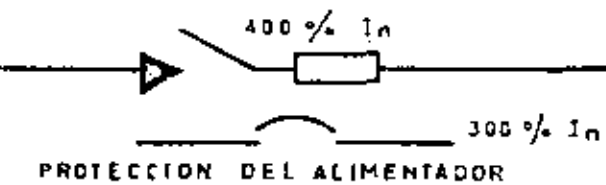
E) CONTROL DEL MOTOR.- ESTE APARATO SIRVE PARA ARRANCAR Y PARAR EL  
MOTOR Y GENERALMENTE INCLUYE LOS ELEMENTOS TERMICOS. (D) PARA LA PRO-  
TECCION DEL MOTOR.

G) CONTROL REMOTO DEL MOTOR.- EL CONTROL (E) DEL MOTOR PUEDE OPERAR  
SE DESDE OTROS LUGARES POR MEDIO DE UNA ESTACION DE BOTONES (G) CO-  
NEXADO POR MEDIO DE LOS CONDUCTORES (F).

J) CONTROL SECUNDARIO.- PARA MOTORES CON ROTOR DEBARRADO Y ANILLOS RE-  
ZANES, EL MOTOR SE CONTROLA POR MEDIO DE UN REOSTATO QUE PUEDA ESTAR  
CERCANO O LEJOS DEL MOTOR, EL SEÑAL SIRVE PARA ARRANCAR Y VARIAR LA VE-  
LOCIDAD

# INSTALACION ELECTRICA DE MOTORES

$$\text{ALIMENTADOR I} = 1.25 I_{p.c. \text{ MAYOR}} + \xi I_{p.c. \text{ OTROS MOTORES}}$$



$$I_n = I_{\text{ARRANQUE MAXIMO}} + \sum I_{p.c. \text{ DEMAS MOTORES}}$$

$I_{p.c.}$  = CORRIENTE A PLENACARGA DEL MOTOR

PROTECCIONES DEL CIRCUITO DERIVADO CONTRA C.C

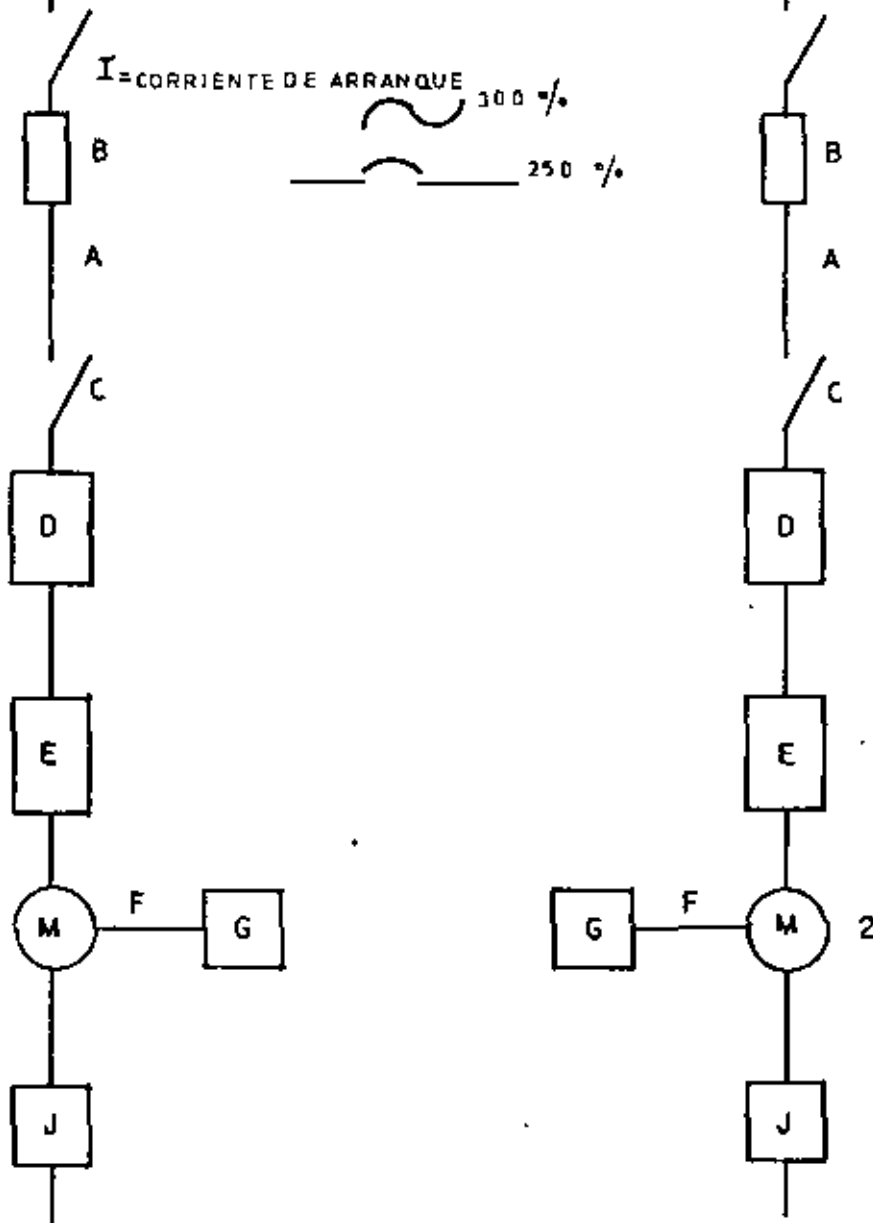
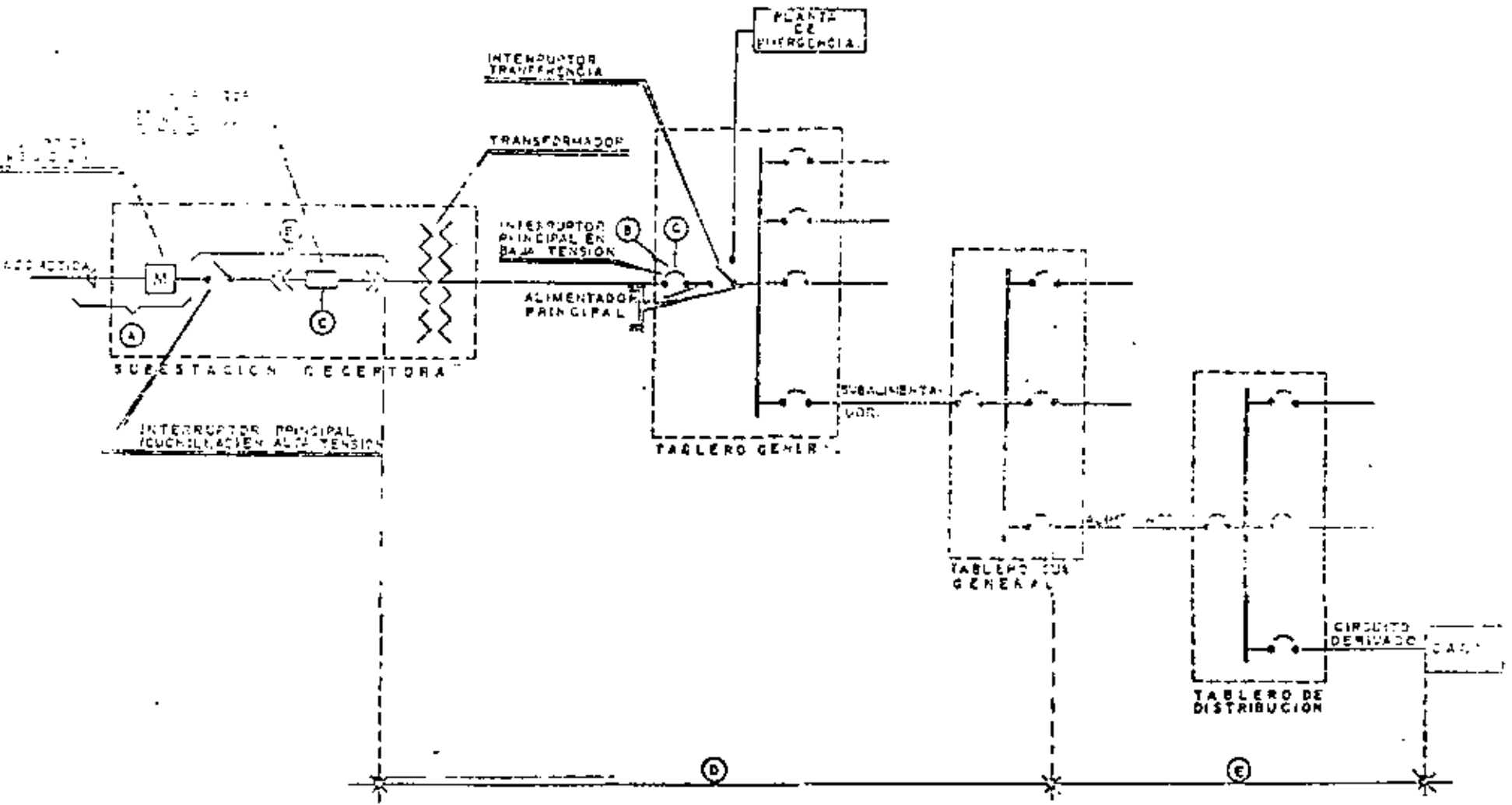


FIG. No 8



- (A) DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA
- (B) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE DESCONEXION.
- (C) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE PROTECCION.
- (D) SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIO.
- (E) SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIO.

ANALISIS DE LOS ELEMENTOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO.

A.- DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA.-

LOS DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA ESTAN FORMADOS POR LAS "LINEAS DE SERVICIO", QUE SON LOS CONDUCTORES Y EL EQUIPO QUE SE USAN PARA EL SUMINISTRO DE LA ENERGIA ELECTRICA DESDE LAS LINEAS O EQUIPOS INMEDIATOS DEL SISTEMA GENERAL DE ABASTECIMIENTO, HASTA LOS MEDIOS PRINCIPALES DE DESCONEXION Y PROTECCION DE LA INSTALACION SERVIDA. QUIDAN PUES FORMADAS POR LA "ACOMETIDA" Y POR EL "EQUIPO DE MEDICION" DE LA CIA. DE LUZ.

B Y C.- DISPOSITIVOS DE DESCONEXION Y PROTECCION PRINCIPAL.

EL 2o. Y 3er. ELEMENTO NORMALMENTE ESTAN INTEGRADOS EN UN SOLO DISPOSITIVO, DE ACUERDO CON LAS DISPOSICIONES DE LOS ARTICULOS 7-9 Y 7-16 DEL R. DE C. E. I. E. TODA ENTRADA DE SERVICIO DEBE DE TENER UN DISPOSITIVO QUE PERMITA DESCONECTAR A TODOS LOS CONDUCTORES DE LA INSTALACION SERVIDA, ASI COMO UN MEDIO DE PROTECCION CONTRA SOBRE-CORRIENTE.

D Y E.- SISTEMA DE DISTRIBUCION.

EL 4o. ELEMENTO, O SEA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION SE ACOSTUMBRA DIVIDIR EN PRIMARIO Y SECUNDARIO, DE ACUERDO CON LA CONDICION DE QUE EL VOLTAJE DE SUMINISTRO SE TRANSFORME O NO EN LA INSTALACION SERVIDA O AUN DE ACUERDO CON LOS DIFERENTES PASOS QUE SE PLANEEEN EN LA DISTRIBUCION. EL SISTEMA DE DISTRIBUCION ESTA INTEGRADO POR:

personas y a la propiedad de descargas electricas accidentales.

Los gabinetes se clasifican en dos tipos segun la parte que se someten exteriormente.

**TIPO INTERIOR:** Son los tableros colocados en el interior de un edificio, bajo cubierta, sin que se vean afectados por la lluvia, la humedad, o cualesquiera otros agentes fisicos que los perjudiquen. Se fabrican con lamina de 2.1 mm. (1/16") de espesor.

**TIPO EXTERIOR o INTEMPERIS:** Para ser montados a la intemperie, directamente sobre una plataforma de concreto y expuestos a la lluvia, al sol, al polvo y a golpes ocasionales. Se fabrican con lamina gruesa, de 3.2 mm. (1/8"), con techos inclinados, protegidos con empaque de hule y sin dejar expuestos los tornillos.

- **Barras.** Las barras son los elementos de conexión entre el interruptor principal o general y los derivados. En sistemas trifasicos se componen de tres barras, rectangulares de cobre electrolitico, con una conductividad electrica minima de 99%. Las barras se calculan para una elevación de temp. en su parte superior plena carga, de 30°C, sobre el ambiente de 40°C maxima. Además de las barras principales, que van aisladas, a lo largo del tablero, en la parte inferior, se coloca otro barra de tierra, firmemente unida sin aislamientos, a los gabinetes.

- Este barra tiene por objeto, evitar poener en peligro de un choque electrico al operador que toque un gabinete cuando haya una falla de aislamiento. El tamaño de las barras y su número por cada polo se indican a continuación:

## VII.- CENTROS DE DISTRIBUCION

Es el que alimenta, protege, interrumpe, mide y transfiere circuitos primarios.

Clasificación: De acuerdo con la tensión los tableros pueden ser de alta tensión y de baja tensión.

TABLEROS DE BAJA TENSION: Deben cumplir con el art. 25 de ROEL. 75

### a) TABLEROS PRINCIPALES:

Tienen por objeto alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica dentro del área, donde se genere o utilice.

Cuando un tablero este mejor diseñado a los usos a que se destine, se obtendrá un mejor aprovechamiento de la energía eléctrica, permitiendo economías en su consumo, continuidad en el servicio, protección a las personas y propiedad, a un costo mínimo del propio tablero.

Un tablero puede ser pequeño, para ser usado en una casa habitación, con capacidad de unos 1000 watts, o bien, puede ocupar una área de varios metros cuadrados para grandes instalaciones industriales, donde se manejen muchos millones de watts.

Un tablero puede estar formado por una sección o varias para facilitar su transporte y montaje, pero una vez unidos forman un solo conjunto.

#### a.1) Componentes de un tablero.

- Los gabinetes son cajas metálicas o blindaje que tienen por objeto: montar el equipo eléctrico, de conexión, desconexión, medición y control; conectar internamente ese equipo; protegerlo de la intemperie, del polvo o de golpes; proteger las

CAPACIDAD MAXIMA AMPS.	DIMENSIONES EN MM. Y FULG.		NUM. DE BARRAS EN PARALELO
200	6.3x25.4	1/4x1	1
400	6.3x38.0	1/4x1 1/2	1
600	6.3x50.8	1/4x2	1
800	6.3x50.8	1/4x2	1
1200	6.3x76.0	1/4x3	1
1600	6.3x101.6	1/4x4	1
2000	6.3x76.0	1/4x3	2
3000	12.6x76.0	1/2x3	2
4000	12.6x101.6	1/2x4	2

INTERRUPTORES: Los interruptores son la parte principal de un tablero. De la calidad y de su correcta aplicación depende la bondad del tablero. En México hay tres tipos de interruptores, que han ganado la aceptación de los usuarios: el termomagnético en caja de plástico; el electromagnético, y el de navajas con fusibles de alta capacidad interruptiva. Los interruptores termomagnéticos son los más prácticos por el pequeño espacio que ocupan, por poderse desconectar y conectar uno al lado del otro, y por ser económicos dentro de su funcionamiento seguro y eficiente. Se fabrican de 1 a 3 polos hasta 100 A. y de 2y3 polos hasta 2500A. Universalmente se usan como interruptores derivados y en muchos casos, cuando la selectividad de disparo del interruptor, no es factor muy importante, se usan como interruptores principales o generales.

Los interruptores electromagnéticos son más robustos, capaces de un número mayor de operaciones sin reparaciones y susceptibles de

ajuste del tiempo de apertura para permitir que en sobrecargas severas o cortos circuitos se abran primero los interruptores derivados que alimentan el circuito donde está la falla. Los interruptores son mucho más caros que los termomagnéticos.

Y se fabrican hasta capacidades de 6000 amps. y 100000 amperios. tricorrientes.

Los interruptores con fusibles de alta capacidad interruptivos son económicos, pueden abrir corto circuitos de 200000%, pero tienen la desventaja de no poder discriminar el circuito de falla, sin embargo, resuelven algunos casos, cuando los interruptores se conectan o derivan de fuentes o bloques de gran capacidad.

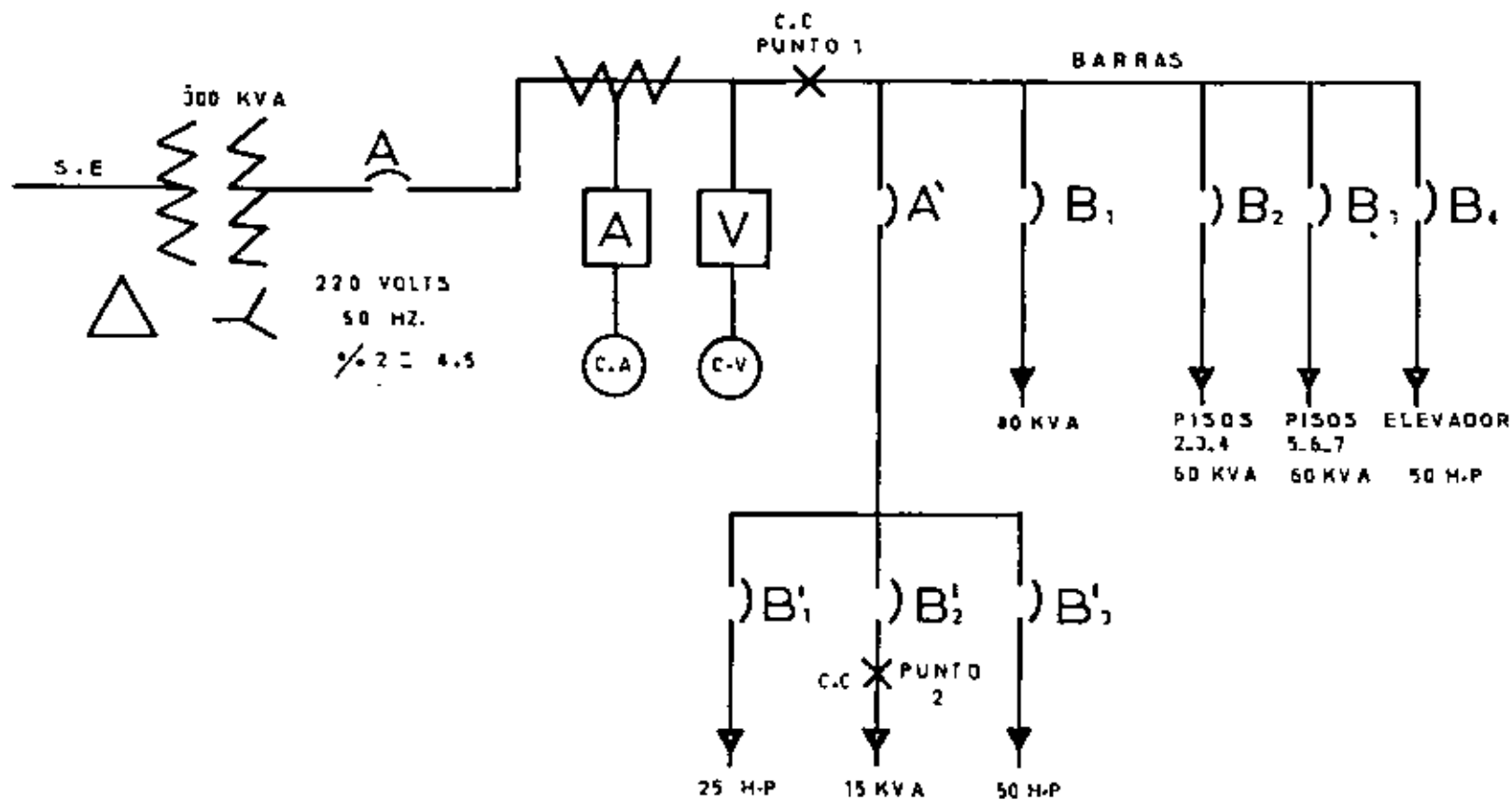
INSERVICIOS: Un tablero, para llevar su función, basta con tener los componentes descritos anteriormente: gabinetes, barras e interruptores. Sin embargo algunas veces para un mejor control o mantenimiento cuando las instalaciones son importantes o que tienen la electricidad, conviene medir las características principales de la energía eléctrica.

Los instrumentos industriales necesitan para su conexión dispositivos auxiliares. Generalmente en tensiones hasta 240 V. son por conexión directa, pero para 440 V., son necesarios transformadores de potencial (T.P.). Cuando las corrientes exceden de 50A., se usan transformadores de corriente (T.C.). Cuando es necesario, con un solo instrumento, medir los tres aspectos que tiene un sistema trifásico se usan conmutadores (CM) aplicables para los amperímetros y los voltímetros.

Amperímetros, voltmetro, wattmetro, varmetro, frecuencímetro, medidor



DIAGRAMA UNIFILAR DE UN TABLERO



DISEÑO DE UN TABLERO PRINCIPAL:

- a) Hacer un diagrama unifilar, con los componentes del tablero, según las necesidades electricas del edificio.
- b) Calculese las capacidades nominales en amperes del interruptor general y de los derivados.
- c) Calculese el corto circuito aproximado, en el punto 1 de la figura.

$$I_{cc} = \frac{I_n(\text{transformador}) \times 100}{\%Z}$$

$$I_n = \frac{KVA \times 1000}{1.73 \times 220} = \frac{300 \times 1000}{1.73 \times 220} = 790 \text{ amps.}$$

$$I_{cc} = \frac{790 \times 100}{4.5} = 17,600 \text{ amps. de capacidad interruptiva.}$$

- d) Calcular el corto circuito en el punto 2: aún es más desfavorable pues contribuyen a aumentar el corto circuito los motores que juntos suman 125 hp. (310 amps), que con una inercencia del 20% darían:

$$I_{cc} = \frac{310 \times 100}{20} = 1550 \text{ amps.}$$

El corto circuito total para el punto 2 será de:

$$I_{ccT} = 17,600 + 1550 = 19150 \text{ amps.}$$

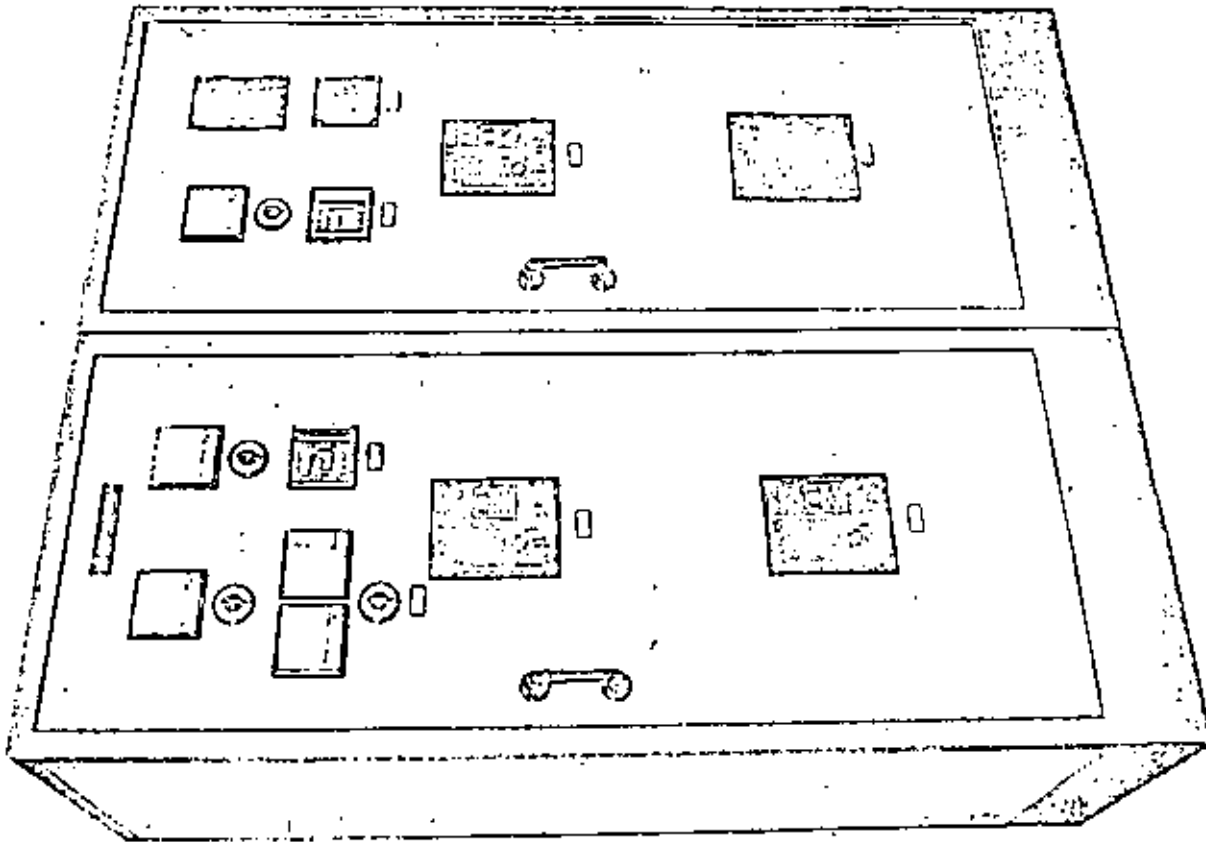
- e) Los interruptores seleccionados serán:

INTERRUPTOR	CORR. NOMINAL	TIPO	C. I. 240 V.	C. I. CALCULADA
A,	1000	RM	42,000	17,600
B,	300	NEL	42,000	17,600
E <sub>1</sub>	175	NFJ	25,000	17,600
E <sub>2</sub>	175	NEL	25,000	17,600
E <sub>3</sub>	200	NFJ	25,000	17,600
B' <sub>1</sub>	200	NFJ	25,000	19,150
B' <sub>2</sub>	50	REF	18,000	19,150
E' <sub>3</sub>	300	NEL	42,000	19,150

INTERRUPTOR	CARGA	AMPS. NORMALES	CALIBRACION AMPERES.
A	300KVA	$\frac{300 \times 100}{1.73 \times 220} = 790$	
		$790 \times 1.25 = 987.5$	1000 amps.
A'	15.0 KVA		
	$25 \text{ HP} = \frac{25 \times 0.746}{\cos \phi} = 23.4 \text{ KVA}$		
	$50 \text{ HP} = \frac{50 \times 0.746}{\cos \phi} = 46.8 \text{ KVA}$		
	$250\% \times 46.8 = 117 \text{ KVA}$	$\frac{96.9 \times 1000}{1.73 \times 220} = 254$	300 amps.
	96.9 KVA		
B <sub>1</sub>	80 KVA.	$\frac{80 \times 1000}{1.73 \times 220} = 216$	225 amps.
B <sub>2</sub>	60 KVA.	$\frac{60 \times 1000}{1.73 \times 220} = 158$	175 amps.
B <sub>3</sub>	60 KVA.	" " = 158	175 amps.
B <sub>4</sub>	Motor devanado 50 HP.	Ver tabla	200 amps
B' <sub>1</sub>	Motor jaula de ardillo 25 HP T.C.	Ver tabla	200 amps.
B' <sub>2</sub>	15 KVA.	$\frac{15 \times 1000}{1.73 \times 220} = 37.5$	50 amps.
B' <sub>3</sub>	Motor jaula de ardillo 50 HP T.R.	Ver tabla	300 amps.

En el tabla, se da la calibración aproximada para diferentes motores trifásicos. Se supone para un motor al que se le aplica directamente la tensión de la línea que este tome un 250% de la corriente normal. Con un arrancador a tensión reducida (TR) toma 200% de

la tensión normal. Por último, para un motor con rotor devanado, con arrancador de resistencias se tendrá solo una corriente 150% de la normal.



40

**TABLA No. 9 APLICACION DE INTERRUPTORES EN MOTORES**

Nº.	VOLTS.	AMPERES	Calibración del interruptor en amperes		
			A	B	C
1 1/2	200	3.0	15	15	15
	440	2.5	15	15	15
2	220	6.5	15	15	15
	440	3.3	15	15	15
3	220	9.0	20	20	35
	440	4.5	15	15	15
5	220	15.0	40	30	20
	440	7.5	20	15	15
7 1/2	220	22	50	40	30
	440	11	30	20	15
10	220	27	70	50	40
	440	14	40	30	20
15	220	40	100	100	70
	440	20	50	50	30
20	220	52	125	100	100
	440	26	70	50	50
25	220	64	200	125	100
	440	32	100	70	50
30	220	78	250	150	125
	440	39	100	100	70
40	220	104	325	200	150
	440	52	100	70	70
50	220	125	400	225	200
	440	63	150	125	100
60	220	150	500	300	225
	440	75	200	150	125
75	220	185	500	400	300
	440	93	250	200	150
100	220	246	600	500	400
	440	123	300	225	200
125	220	310	800	600	500
	440	155	400	300	225
150	220	360	1000	800	500
	440	180	500	400	225
200	220	480	1200	1000	800
	440	240	600	500	400

69

GABINETE

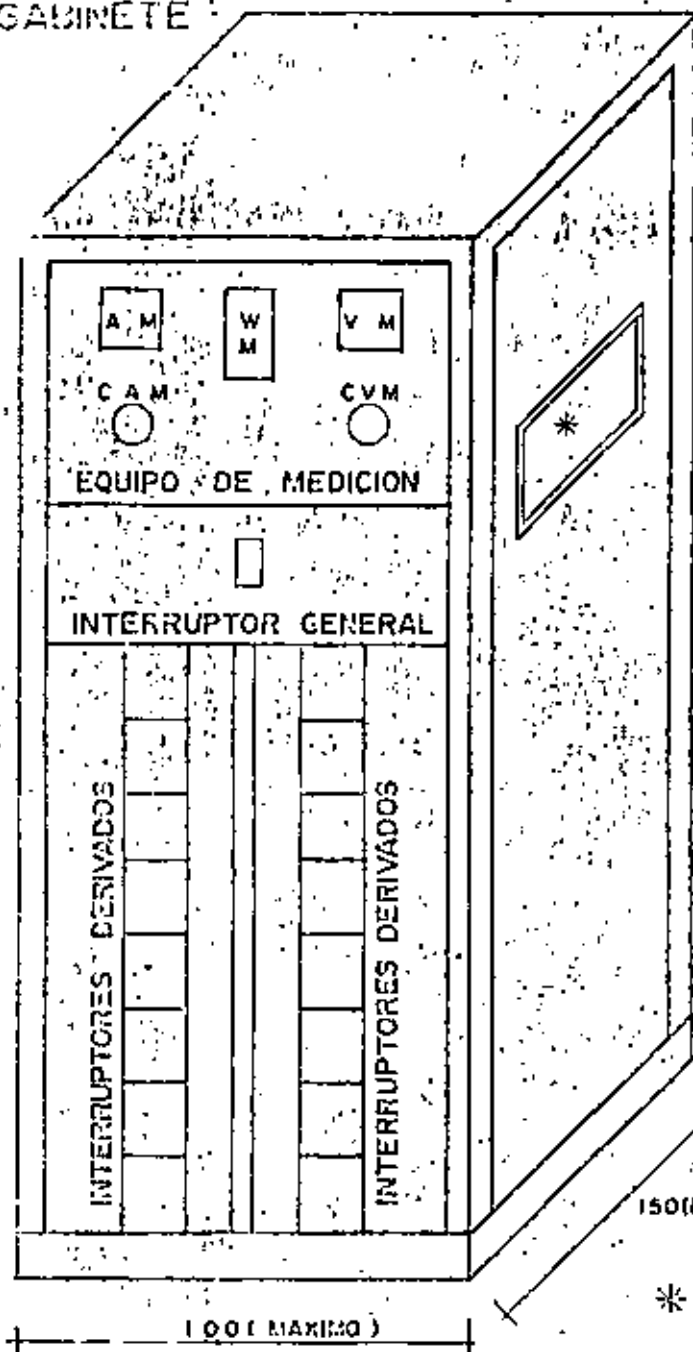
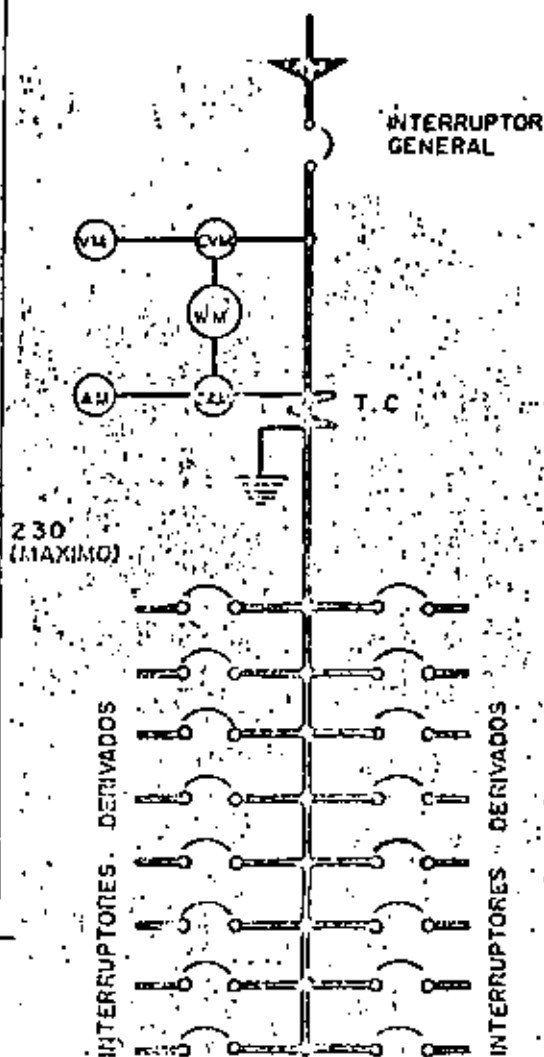


DIAGRAMA UNIFILAR



\* GARGANTA DE ACOPLAMIENTO PARA CUANDO EL TABLERO VA ACOPLADO DIRECTAMENTE A LA TOLVA DEL TRANSFORMADOR

### CLAVE

- VM — VOLMETRO
- CVM — CONMUTADOR DE FASES PARA VOLMETRO
- WM — WATTMETRO (PUEDE SER TAMBIEN CUALQUIER OTRO APARATO O APARATOS DE MEDICION INDICADOR O INTEGRADOR)
- AM — AMPERMETRO
- CAM — CONMUTADOR DE FASES PARA AMPERMETRO
- T.C. — TRANSFORMADORES DE CORRIENTE
- INTERRUPTOR

# SUBESTACIONES UNITARIAS

Transformador trifásico en KVA y por ciento de impedancia	Corriente de corto circuito máximo en KVA disponible del sistema primario	Corriente normal de plena carga en amperes	Corriente total de corto circuito RMS amperes simétricos			Tamaño mínimo de interruptor electromagnético recomendada						
			Transformador solo	100% carga de motores	Combinado	Sistema de plano capacidad F		Sistema cascada		Sistema selectivo		
						M	F	M	C+	M S	F	S
						Interruptor principal	Interruptor derivado	Interruptor principal	Interruptor derivado	Interruptor principal	Derivado tipo cap. plena	Derivado tipo selectivo

## 240 VOLTS-3 FASES

300 (4.5%)	50,000	772	14,300	2900	17,200	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 600A
	100,000		15,100		18,000							
	150,000		15,400		18,300							
	250,000		15,700		18,600							
	500,000		15,900		18,800							
	Limitado		16,100		19,000							
500 (5.0%)	50,000	1203	20,100	4800	24,900	Marco 1600A	Marco 1600A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 600A	Marco 1600A
	100,000		21,900		26,700							
	150,000		22,600		27,400							
	250,000		23,100		27,900							
	500,000		23,600		28,400							
	Limitado		24,100		28,900							
750 (5.75%)	50,000	1804	24,900	7200	32,100	Marco 3000A	Marco 600A	Marco 3000A	Marco 225A	Marco 3000A	Marco 600A	Marco 1600A
	100,000		27,000		35,000							
	150,000		28,800		36,100							
	250,000		29,800		37,000							
	500,000		30,600		37,800							
	Limitado		31,400		38,600							
1000 (5.75%)	50,000	2406	31,100	9600	40,700	Marco 3000A	Marco 1600A	Marco 3000A	Marco 225A	Marco 3000A	Marco 1600A	Marco 1600A
	100,000		33,700		43,300							
	150,000		37,500		47,100							
	250,000		39,100		48,700							
	500,000		40,500		50,100							
	Limitado		41,900		51,500							
1500 (5.75%)	50,000	3609	41,300	14400	55,700	Marco 4000A	Marco 1600A	Marco 4000A	Marco 600A	Marco 4000A	Marco 1600A	Marco 1600A
	100,000		49,800		64,200							
	150,000		51,500		67,900							
	250,000		56,900		71,300							
	500,000		59,700		74,100							
	Limitado		67,800		77,200							

## 480 VOLTS-3 FASES

300 (4.5%)	50,000	361	7,700	1400	8,600	Marco 600A	Marco 225A	Marco 600A	Marco 225A	Marco 600A	Marco 225A	Marco 225A
	100,000		7,600		9,000							
	150,000		7,800		9,200							
	250,000		7,840		9,240							
	500,000		7,900		9,400							
	Limitado		8,000		9,450							
500 (5.0%)	50,000	601	10,600	2400	12,400	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 600A
	100,000		10,900		13,300							
	150,000		11,300		14,700							
	250,000		11,600		14,000							
	500,000		11,800		14,200							
	Limitado		12,000		14,800							
750 (5.75%)	50,000	902	12,300	3600	16,100	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 600A
	100,000		13,900		17,500							
	150,000		14,400		18,000							
	250,000		14,900		18,500							
	500,000		15,300		18,900							
	Limitado		15,700		19,300							
1000 (5.75%)	50,000	1203	15,500	4800	20,300	Marco 1600A	Marco 600A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 600A	Marco 1600A
	100,000		17,800		22,600							
	150,000		18,800		23,600							
	250,000		19,600		24,400							
	500,000		20,200		25,000							
	Limitado		20,900		25,700							
1500 (5.75%)	50,000	1804	20,600	7200	27,800	Marco 3000A	Marco 1600A	Marco 3000A	225A	Marco 3000A	Marco 1600A	Marco 1600A
	100,000		24,900		32,100							
	150,000		26,700		33,900							
	250,000		28,400		35,600							
	500,000		29,800		37,000							
	Limitado		31,400		38,600							
2000 (7.5%)	50,000	2406	24,700	9600	34,300	Marco 3000A	Marco 1600A	Marco 3000A	225A	Marco 3000A	Marco 1600A	Marco 1600A
	100,000		31,100		40,700							
	150,000		34,000		43,600							
	250,000		36,700		46,300							
	500,000		39,100		48,700							
	Limitado		41,900		51,500							

† DEBEN SER INTS. DE OPERACION ELECTRICA.



## b) TABLEROS SECUNDARIOS.

Los circuitos derivados necesitan una protección en su iniciación. Cuando salen varios circuitos de un mismo punto, el conjunto de elementos de protección se le llama "tablero".

Normas generales para la selección de un tablero de circuitos derivados.

- 1.- No debe haber distribución más de 42 circuitos derivados (o un hilo de corriente) a partir de un solo tablero.
- 2.- La mayor distancia permitida en los conductores entre el tablero de circuitos derivados y la primera salida es de 30 mts.
- 3.- Todos los tableros de circuitos derivados deberán instalarse en sitios de acceso fácil.
- 4.- Los tableros de circuitos derivados deberán instalarse tan cercanos como sea posible a los centros de carga que les corresponden.
- 5.- Si se desea interrumpir un circuito derivado desde su tablero, deberá usarse un interruptor de cuchillas provisto de fusibles o un disyuntor termomagnético.
- 6.- Debe la localización de los tableros de circuitos derivados, deberá considerarse la menor longitud posible de los alimentadores y que estos tengan el mínimo de curvas en su recorrido.
- 7.- La capacidad de corriente mínima de las barras alimentadoras de los tableros de circuitos derivados, deberá ser igual o mayor a la mínima requerida por los cables alimentadores para abastecer la carga.

- 8.- Un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos que se alimente con una línea protegida a más de 200 amperes, debe contar en su lado de abastecimiento con dispositivos de protección contra sobrecorriente con capacidad no mayor que la del tablero, sin exceder de 200 amperes.
- 9.- En edificios comerciales, institucionales y multifamiliares, incluyendo hoteles, se recomienda instalar un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos en cada planta.
- 10.- Una vez que se hayan seleccionado los circuitos derivados para alumbrado y aparatos, así como el tamaño, tipo y localización de sus tableros deberá hacerse en planos y especificaciones una tabulación que indique: La designación de cada tablero, su localización, número y capacidad de los circuitos derivados, con indicaciones de su carga conectada, tipo y capacidad de sus elementos de protección, capacidad de los alimentadores, tamaño y tipo del interruptor general con su elemento de protección y todas aquellas indicaciones que sirven para aclarar al instalador las intenciones del proyectista.

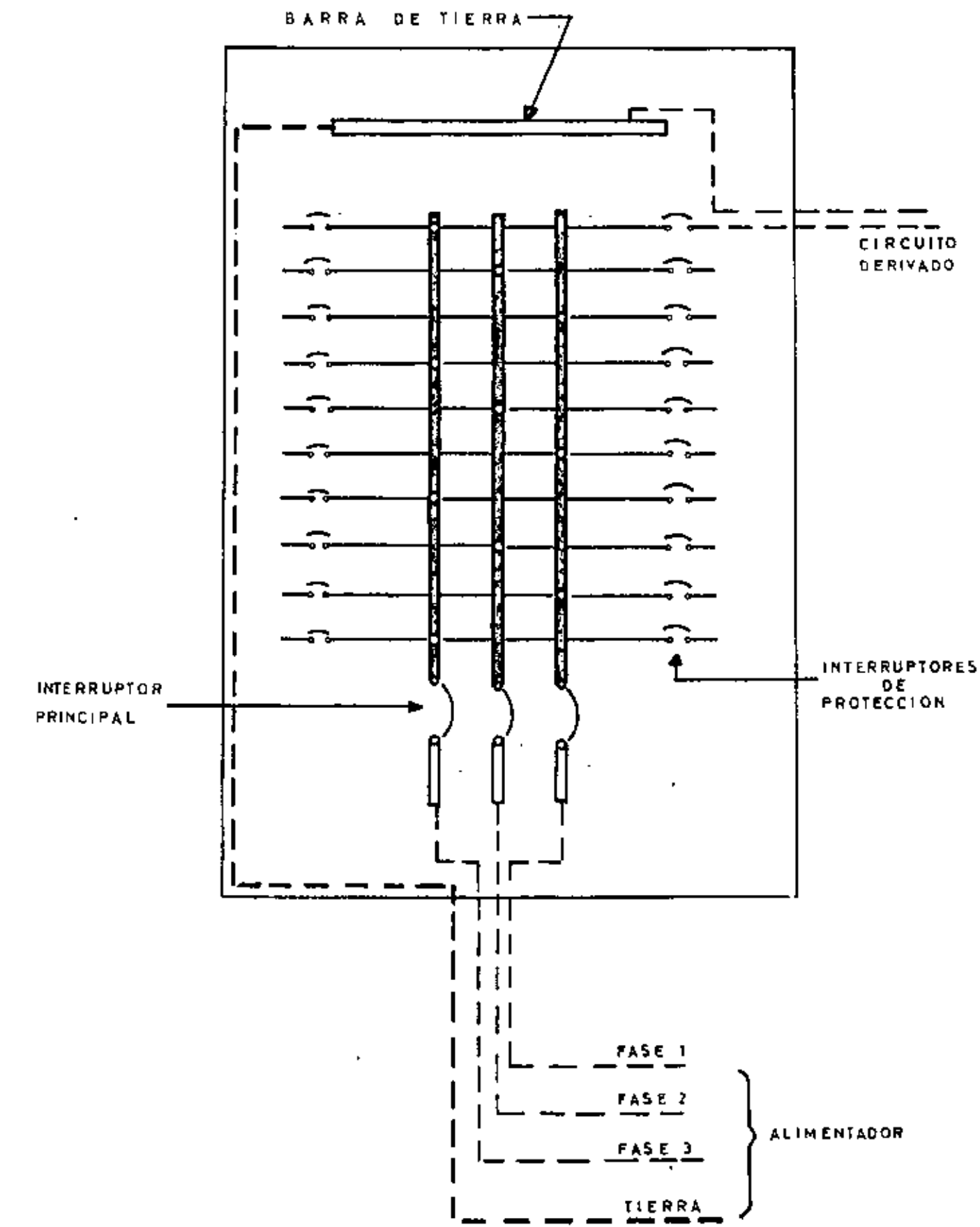
Los tableros de distribución tienen tres usos:

- 1) Distribuir la energía a los circuitos derivados
- 2) Proteger las líneas de los circuitos derivados, ya que al interconectar en ellos los cables de los alimentadores que generalmente llevan la energía para una zona amplia y que por lo mismo son de sección considerable, con los conductores de los circuitos derivados, lógicamente de menor sección, es necesario proteger contra sobrecorriente a estos últimos. Esta



proteccion se provee con los interruptores automaticos "breakers" que se instalan en los tableros, o aun con los fusibles.

- 3) El tercer fin de los tableros de distribucion, sobre todo en instalaciones de lugares publicos, es el control. Los interruptores de los tableros se pueden usar para controlar y poner en operacion la instalacion electrica. Es conveniente en este caso que la especificacion se cuide mediante interruptores de mayor resistencia para el uso constante. tambien en este caso los tableros pueden contar con un interruptor principal que permita la desconexion total de la zona servida.



TABLERO



centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



## INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

### SUBESTACIONES USADAS EN INSTALACIONES PARA EDIFICIOS

- a) Subestaciones receptoras
- b) Subestaciones derivadas

ING. NOE ARMAS MORALES

OCTUBRE, 1980



## VIII.- SUBESTACIONES USADAS EN INSTALACIONES PARA EDIFICIOS.

a).- SUBESTACIONES RECEPTORAS.

b).- SUBESTACIONES DERIVADAS.

En el empleo de Energía Eléctrica ya sea para fines industriales, comerciales o de uso residencial interviene una gran cantidad de máquinas y equipo eléctrico.

Un conjunto de equipo eléctrico es lo que se conoce con el nombre de "SUBESTACION ELECTRICA". Cumpliendo con todos los arts. del 65 al 76 del Cap. X que trata sobre Plantas generadoras y Subestaciones  
DEFINICION Y CLASIFICACION DE SUBESTACIONES. ( R.O.I.E.)

Como se ha visto con anterioridad una subestación eléctrica no es mas que una de las partes que intervienen en el proceso de generación - consumo de energía eléctrica por lo cual podemos dar la siguiente definición.

### DEFINICION.

Una subestación eléctrica no es mas que un conjunto de elementos o dispositivos que nos permiten cambiar las características de energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etc), tipo C.A. a C.C., o bien conservarla dentro de ciertas características.

### RELACION ENTRE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS, LINEAS DE TRANSMISION Y CENTRALES GENERADORAS.

Los voltajes de generación en las Centrales Generadoras por razones técnicas (aislamiento, enfriamiento, etc) son relativamente bajos en relación a los voltajes de transmisión, por lo que si la energía eléctrica se va a transportar a grandes distancias estos voltajes de generación resultarian antieconómicos debido a la gran --

caída de voltajes que se tendría, de aquí se presenta la necesidad de transmitir la energía eléctrica a voltajes mas elevados que resulten mas economicos.- Por ejemplo si se va a transmitir energía eléctrica de una central generadora a un centro de consumo que este situado a 1000 Km. de distancia será necesario elevar el voltaje de generación que supondremos de 13.8 Kv. a otra de transmisión mas conveniente que supondremos de 110 kv. como se ilustra en la -- fig. 1.

Para poder elevar el voltaje de generación de 13.8 kv. al de -- transmisión de 110 kv. se hace necesario el empleo de una S.E. "A".

Suponiendo que la caída de voltaje en la línea de transmisión fuera cero volts tendríamos en el centro de consumo 110 kv., es claro que este voltaje no es posible emplearlo en instalaciones industriales y aun menos en comerciales y residenciales, de aquí se desprende la necesidad de reducir el voltaje de transmisión de 110 kv. a otro u otros mas convenientes de distribución en centros urbanos o de consumo, por tal razón será necesario emplear otra subestación eléctrica B como se ilustra en la fig. 3.

De lo anteriormente estudiado se puede observar que existe una estrecha relación entre las subestaciones eléctricas, líneas de -- transmisión y centrales generadoras.

FIGURA N° 1

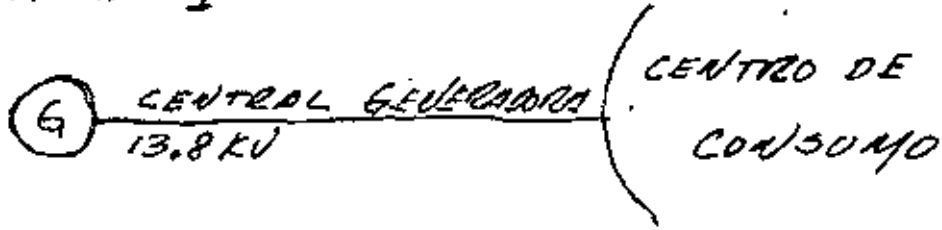


FIGURA N° 2

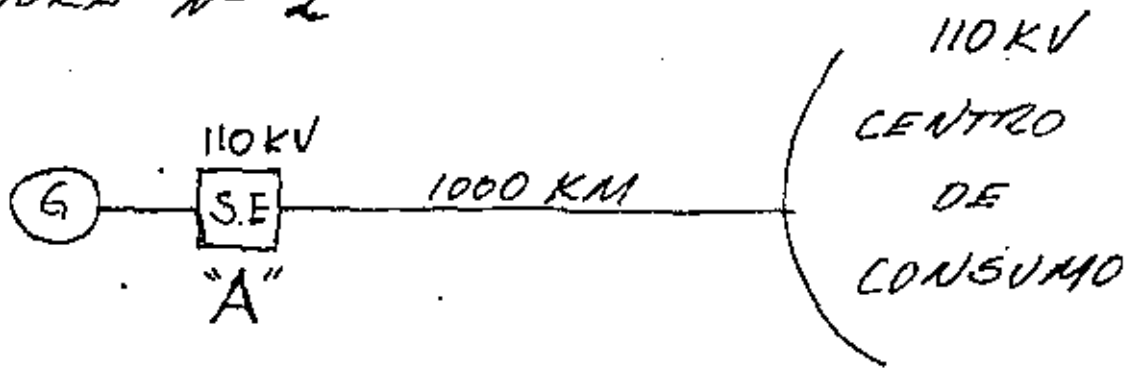
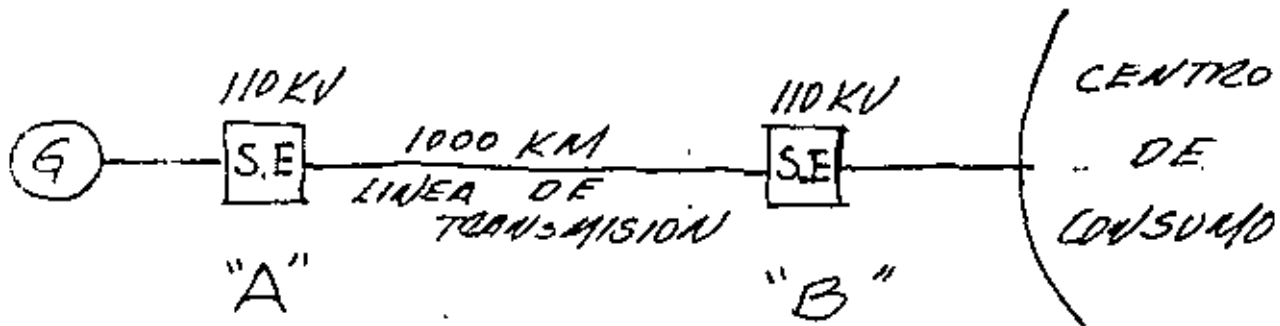


FIGURA N° 3



CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

Es difícil hacer una clasificación precisa de las subestaciones eléctricas pero de lo anteriormente estudiado, podemos hacer la siguiente clasificación.

- a) POR SU OPERACION. 1.- De corriente alterna
- 2.- De corriente continua

- b) POR SU SERVICIO. 1.- Primarias: Elevadores
- Receptoras Reductoras
- De enlace o distribución
- De Swtcheo
- Convertidoras o
- Rectificadoras.

- 2.- Secundarias: Receptoras: Reductoras
- Elevadoras
- Distribuidoras
- De enlace
- Convertidoras o
- Rectificadoras.

- c) POR SU CONSTRUCCION. 1.- Tipo Intemperie
- 2.- Tipo Interior
- 3.- Tipo Blindado.



## ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UNA SUBESTACION.

Los elementos que constituyen una subestación se pueden clasificar en elementos principales y elementos secundarios.

### ELEMENTOS PRINCIPALES.

- 1.- Transformador.
- 2.- Interruptor de Potencia
- 3.- Restaurador
- 4.- Cuchillas fusible
- 5.- Cuchillas Desconectores y Cuchillas de Prueba
- 6.- Apartarrazos
- 7.- Tableros
- 8.- Condensadores
- 9.- Transformadores de Instrumento

### ELEMENTOS SECUNDARIOS.

- 1.- Cables de Potencia
- 2.- Cables de Control
- 3.- Alumbrado
- 4.- Estructura
- 5.- Herrejes
- 6.- Equipo contra incendio
- 7.- Equipo de filtrado de Aceite
- 8.- Sistema de Tierras

En nuestro caso hablaremos sobre las subestaciones usadas principalmente en las instalaciones para los edificios.

Subestaciones compactas, para servicio interior o intemperie.

Las subestaciones eléctricas, tienen por objeto transformar, la alta tensión que las compañías suministradoras de energía ( C.F.E. y/o Cia de Luz ) proporcionan a un precio más barato, a tensiones usuales en la industria, las instituciones o el comercio.

Antiguamente las subestaciones eran un dispositivo molesto, - ruidoso, ocupaban mucho espacio, eran peligrosas y generalmente al usuario le repugnaban. Actualmente se usan las subestaciones unitarias, que son compactas, no presentan peligro, son fáciles de instalar, de mover de lugar, ampliar y tienen un valor de recuperación mayor que las del tipo antiguo. (subestaciones abiertas).

El costo actual aproximado de una subestación compacta es del 50 a 75% del valor de una subestación abierta del tipo antiguo.

Las subestaciones unitarias se fabrican en secciones o partes, para facilitar su transporte y montaje, pero una vez instalados forman un solo conjunto. Cada sección o parte llena una función; mide, protege, conecta o desconecta, transforma, etc. Los aparatos o equipos y sus conexiones se encierran o blindan en gabinetes metálicos de manera de proteger los propios aparatos, la propiedad y las personas encargadas de su manejo.

Las diferentes partes que componen una subestación normal son:

ACOMETIDA.- Es el lugar en que se hace la conexión en alta tensión a la subestación. En esta sección, cuando se compra energía a la C.F.E. y/o Cia de Luz, se hace la medición del consumo.

VERIFICACION DE MEDIDORES.- SECCION DE VERIFICACION.- Es la seccion que sirve para comprobar el buen funcionamiento de los medidores de la cia. suministradora. Esta seccion anteriormente, a la mexicanización de las compañías era obligatoria, por pedirlo así la Dirección General de Electricidad (de la S.C.). En la actualidad se hace como en otros países más adelantados: se verifican los aparatos de medición antes de instalarlos o se comprueba el consumo y la demanda máxima en baja tensión, agregando un 2% por pérdidas en los transformadores. Por las razones expuestas, ahora se hace la comprobación de medidores solamente a solicitud del usuario, así como incluir en la subestación la sección de verificación es opcional por parte del cliente, siempre que este acepte por escrito, que en caso de comprobación de los medidores se le interrumpa el servicio unos 20 ó 30 minutos. Con la sección de verificación, no es necesaria esta interrupción, ya que se cuenta con cuchillas desconectadoras que transfieren la línea normal a un circuito donde se instalan previamente aparatos de medición, sin necesidad de interrumpir el servicio.

Cuando quitamos la celda de verificación que normalmente consta de 3 juegos de cuchillas tripolares operación sin carga; dos de estas cuchillas tripolares son para la verificación, y la otra cuchilla tripolar es para mantener la continuidad o aislar la continuidad en la subestación eléctrica. Como se vera para cumplir con el reglamento de obras e instalaciones en vigor nunca debe suprimirse esta cuchilla tripolar operación en grupo sin carga, llamada cuchilla de paso.

En una temporada fue usual suprimirla, pero cuando se deseaba darle mantenimiento al resto de la subestación nos encontramos con el problema de estar solicitando libranzas a las compañías suministradoras; y al suprimirla estábamos violando infrascriptamente el reglamento (R.O.I.E.).

**INTERRUPTORES.**- Esta sección tiene por objeto que el usuario pueda interrumpir en un momento dado, ya sea manualmente o automáticamente la totalidad del servicio eléctrico. La interrupción puede ser voluntaria para reparaciones, reparaciones o en accidentes, o bien, puede ser automática por sobre cargas o cortos circuitos que pueden ser dañosa para los transformadores y el resto del equipo.

**DESCONECTADORES.**- Los desconectadores, son para abrir un circuito, con fines de separarlo o modificarlo. No tienen protección de sobrecarga ni corto circuito, ni tienen capacidad de apertura con carga, por eso, antes de abrir un desconectador, hay que quitar la carga. Los desconectadores naturalmente son más baratos que los interruptores.

**FUSIBLES.**- Cuando un circuito se requiere proteger por sobrecarga, se usan los fusibles. Por ejemplo: a una subestación con varios transformadores, se le puede colocar un interruptor general y derivado de este, se ponen varios juegos de 3 fusibles para proteger cada transformador. Este procedimiento, aunque abarata la instalación tiene el inconveniente, de que una falla o desconexión voluntaria del interruptor general, paraliza todo el sistema.

**ESPACIOS LIBRES.**- Estos son gabinetes vacíos o que en algunas ocasiones se dejan instalados las barras alimentadoras. Se usan, cuando

dos o más transformadores grandes se montan atrás de los gabinetes y hay que ampliar los espacios requeridos. En otras ocasiones son en reserva de algún otro equipo que en el futuro se desea montar.

Si los transformadores se montan en el mismo eje de la subestación, el arreglo entre las celdas de interrupción con su transformador, a la otra celda de interrupción con su transformador se hace por medio de ductos horizontales.

TRANSFORMADORES.- Como su nombre lo indica es la sección donde se convierte la energía suministrada en alta tensión para los voltajes nominales 6, 13.2, 20/23 y 34.5 kv., a los cuales se les denomina respectivamente de clase 7.5, 15, 25 y 34.5 kv. en alta tensión, a baja tensión, utilizable en los aparatos de consumo 440, 220/127.5 volts. Los transformadores tienen bobinas que son aisladas y enfriadas por el aceite contenido en un tanque provisto de radiadores. Son trifásicos, conexión en alta tensión en delta y baja tensión en estrella con neutro accesible, para los circuitos de alumbrado. En el circuito de alta tensión o primario se instalan derivaciones, que pueden cambiarse por medio de una palanca, sin estar energizado el transformador; las derivaciones son para poder ajustar en alta tensión las diferencias que pueda haber en los voltajes suministrados por las compañías suministradoras; son normalmente dos derivaciones del 2 1/2 % de la tensión nominal para ajustar arriba y dos para ajustar abajo. Como todo aparato eléctrico, que se alimenta con electricidad, el transformador sufre un calentamiento. Este calentamiento normal es de 55°C sobre una temperatura ambiente máxima de 40°C.

El enfriamiento es más efectivo en regiones con presiones barométricas altas. Los transformadores normalizados esta diseñados para regiones de 1000 metros sobre el nivel del mar (1000 M.S.N.M.) Esto naturalmente no quiere decir que no funcionen bien en otros lugares, sino hay que tomar un punto de referencia estandarizado, ya que sería imposible diseñar transformadores para cada lugar de la tierra con diferentes temperaturas y presiones barométricas. Los transformadores normalizados en México son para 60 ciclos por segundo.

Para subestaciones unitarias los transformadores vienen dotados con gargantas o ductos laterales en los lados opuestos, donde se alojan las terminales tanto de alta como de baja tensión.

La capacidad de los transformadores se mide en Kilo voltamperes.

Pueden fabricarse transformadores con características diferentes de las normales anteriormente indicadas, pero resultan mucho más caros y con frecuencia las alteraciones o innovaciones son inútiles.

CLASIFICACION GENERAL DE SUBESTACIONES COMPACTAS NORMALIZADAS

Las subestaciones compactas normalizadas, de una manera general, se fabrican con las siguientes características:

INTERIOR.- Para ser montadas en el interior de un edificio, bajo cubierta sin que se vean afectadas por la lluvia, la humedad o cualesquiera otros agentes físicos que la perjudiquen. Se fabrica en lámina de 2.1 mm. (1/16") de espesor.

ESTERIOR (O INTEMPERIE).- Para ser montadas a la intemperie, directamente sobre una plataforma de concreto y expuesta a la lluvia, el sol y golpes ocasionales. Se fabrica con lámina más gruesa, de

3.2 mm. (1/8"), con techos inclinados, puertas con empaque de hule y sin dejar expuestos aparatos o elementos de control.

FRECUENCIA.- En la República Mexicana tenemos 60 Hz. normalizados.

TENSIONES.- Las tensiones a las que tienden a normalizar las compañías suministradoras son 13.2, 22.9 y 34.5 kv., sin embargo aún hay otras tensiones que poco a poco van a desaparecer, como son 6,000-volts. Las tensiones 2.4, 4.16 y 6 kv. se usan para distribución industrial de carácter privado.

CAPACIDADES: Las capacidades de las subestaciones que fabricamos de una manera normal, son de 45, 75, 112.5, 150, 225, 300, 500, 750 y 1000 kva. Estas son con un solo transformador, sin embargo pueden combinarse varios transformadores en una sola subestación, haciéndola de capacidad mayor con el equipo estándar.

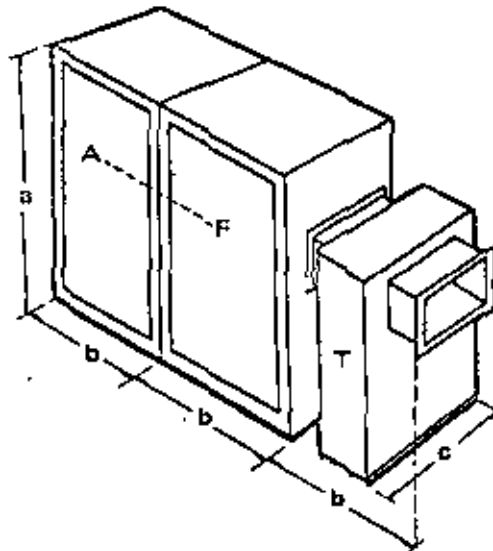
TABLA No. 1.—COMPONENTES NORMALES Y OPCIONALES DE UNA SUBESTACION COMPACTA.

COMPONENTE.	ESPECIFICACIONES		GABINETE
	NORMAL	OPCIONAL	
ACOMETIDA.	Para Conexión y Medición de la Cía. de Luz.	Apartarrayos Mufa Posamuros.	A
VERIFICACION DE MEDIDORES.	Para poder comprobar, a solicitud del Cliente, los Medidores sin interrumpir el servicio.	Aparatos de Medición. Transformadores de Potencial y Corriente.	B
INTERRUPTOR.	Interruptor en Aire, apertura con carga, fusibles de A.C.I., Operación manual.	Interruptor en Aceite. Operación Eléctrica. Operación por relevadores.	C
DESCONECTADORES.	Desconectador en aire, tripolar, operación manual.	Cuchillas desconectoras, operación por pértiga.	D
FUSIBLES.	Fusibles de alta capacidad interruptiva (ACI). Operación manual por pértiga.	Fusibles de baja capacidad interruptiva. Operación por pértiga.	E
ESPACIO.	Gabinete que se dejó libre para futura ampliación o permitir una adecuada separación de los transformadores.	Especificar el equipo.	F
TRANSFORMADOR.	Trifásico, enfriamiento por aceite, 4 derivaciones de 2.5%, elevación de temperatura 55/40°C a 1000 M.S.N.M. Ductos laterales.	Tipo Seco. Contactos para señales. Ventilación forzada.	T



TABLA No. 2.—DIMENSIONES DE GABINETES Y TRANSFORMADORES.

GABINETE	DIMENSIONES EN CENTIMETROS					
	2.4 a 15 KV.			HASTA 25 KV.		
	a ALTO	b ANCHO	c FONDO	a ALTO	b ANCHO	c FONDO
A	240	110/150	120/150	260	200	200
B	240	150/150	120/150	260	150	200
C	240	130/150	120/150	260	150	200
D	240	110/150	120/150	260	150	200
E	240	110/150	120/150	260	150	200
F	240	Variable	120	260	Variable	200
T	TRANSFORMADORES.					
45-112.5 KVA MAXIMO	150	145	145	200	150	170
150-500 KVA MAXIMO	170	160	225	200	170	240
750-1000 KVA MAXIMO	180	180	260	230	190	260



3.—SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES.

ACOMETIDAS:

Por medio de mufa.



Por medio de pasamuros.



Por medio de tubo



INTERRUPTORES:

Interruptor sin fusibles

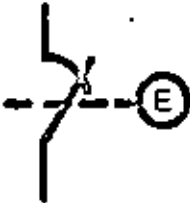
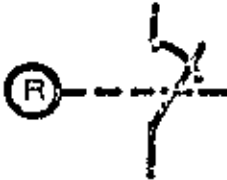








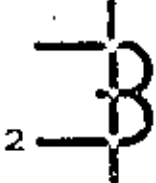
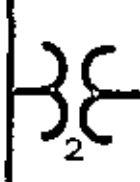

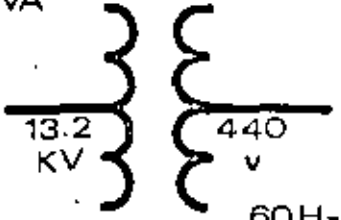
Interruptor con fusibles



Fusibles solos



Operación eléctrica	
Operación por relevador	
DESCONECTOR O CUCHILLAS DESCONECTORAS.	
<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>MEDICIONES</p> </div>	
Equipo de Medición de la Cía. de Luz	
Wattmetro	
Wattorímetro (Medidor)	

<p>Ampérmetro</p>	
<p>Vóltmetro</p>	
<p>Transformador de Corriente (El número indica la cantidad de transformadores)</p>	
<p>Transformador de Potencial (El número indica la cantidad de transformadores)</p>	
<p>Conmutador.</p>	
<p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">TRANSFORMACION.</p>	
<p>Transformador de Distribución o de Potencia. (Los números indican sus principales características)</p>	<p>500 KVA</p> 

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358

359

360

361

362

363

364

365

366

367

368

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

389

390

391

392

393

394

395

396

397

398

399

400

401

402

403

404

405

406

407

408

409

410

411

412

413

414

415

416

417

418

419

420

421

422

423

424

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434

435

436

437

438

439

440

441

442

443

444

445

446

447

448

449

450

451

452

453

454

455

456

457

458

459

460

461

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471

472

473

474

475

476

477

478

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488

489

490

491

492

493

494

495

496

497

498

499

500

501

502

503

504

505

506

507

508

509

510

511

512

513

514

515

516

517

518

519

520

521

522

523

524

525

526

527

528

529

530

531

532

533

534

535

536

537

538

539

540

541

542

543

544

545

546

547

548

549

550

551

552

553

554

555

556

557

558

559

560

561

562

563

564

565

566

567

568

569

570

571

572

573

574

575

576

577

578

579

580

581

582

583

584

585

586

587

588

589

590

591

592

593

594

595

596

597

598

599

600

601

602

603

604

605

606

607

608

609

610

611

612

613

614

615

616

617

618

619

620

621

622

623

624

625

626

627

628

629

630

631

632

633

634

635

636

637

638

639

640

641

642

643

644

645

646

647

648

649

650

651

652

653

654

655

656

657

658

659

660

661

662

663

664

665

666

667

668

669

670

671

672

673

674

675

676

677

678

679

680

681

682

683

684

685

686

687

688

689

690

691

692

693

694

695

696

697

698

699

700

701

702

703

704

705

706

707

708

709

710

711

712

713

714

715

716

717

718

719

720

721

722

723

724

725

726

727

728

729

730

731

732

733

734

735

736

737

738

739

740

741

742

743

744

745

746

747

748

749

750

751

752

753

754

755

756

757

758

759

760

761

762

763

764

765

766

767

768

769

770

771

772

773

774

775

776

777

778

779

780

781

782

783

784

785

786

787

788

789

790

791

792

793

794

795

796

797

798

799

800

801

802

803

804

805

806

807

808

809

810

811

812

813

814

815

816

817

818

819

820

821

822

823

824

825

826

827

828

829

830

831

832

833

834

835

836

837

838

839

840

841

842

843

844

845

846

847

848

849

850

851

852

853

854

855

856

857

858

859

860

861

862

863

864

865

866

867

868

869

870

871

872

873

874

875

876

877

878

879

880

881

882

883

884

885

886

887

888

889

890

891

892

893

894

895

896

897

898

899

900

901

902

903

904

905

906

907

908

909

910

911

912

913

914

915

916

917

918

919

920

921

922

923

924

925

926

927

928

929

930

931

932

933

934

935

936

937

938

939

940

941

942

943

944

945

946

947

948

949

950

951

952

953

954

955

956

957

958

959

960

961

962

963

964

965

966

967

968

969

970

971

972

973

974

975

976

977

978

979

980

981

982

983

984

985

986

987

988

989

990

991

992

993

994

995

996

997

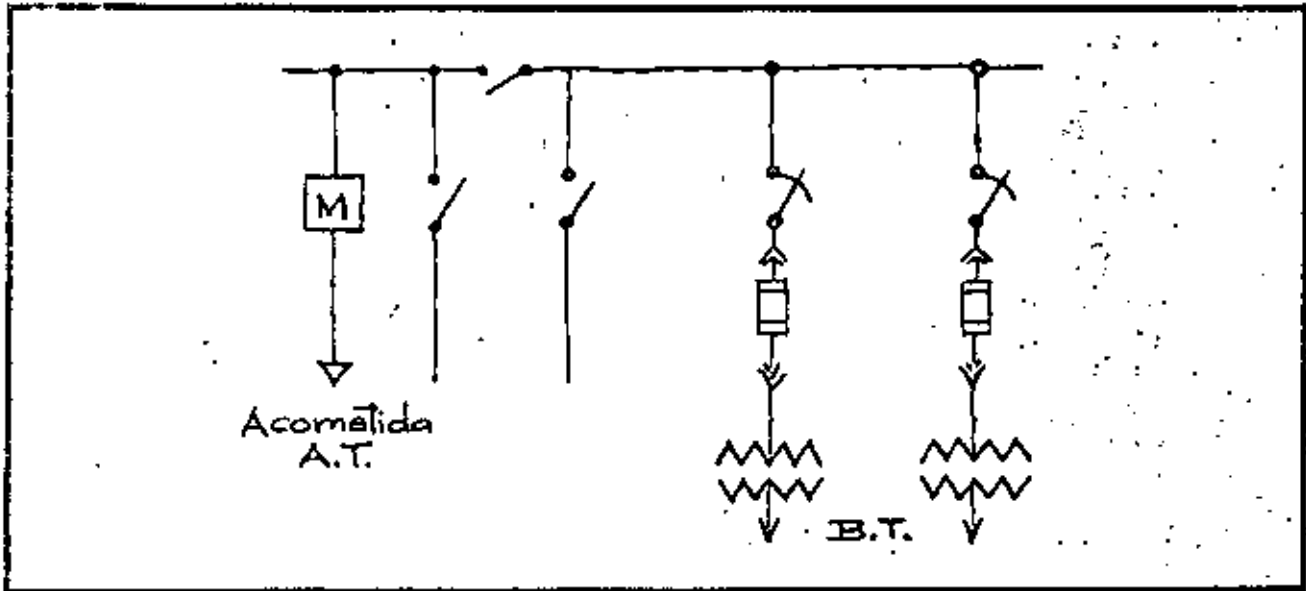
998

999

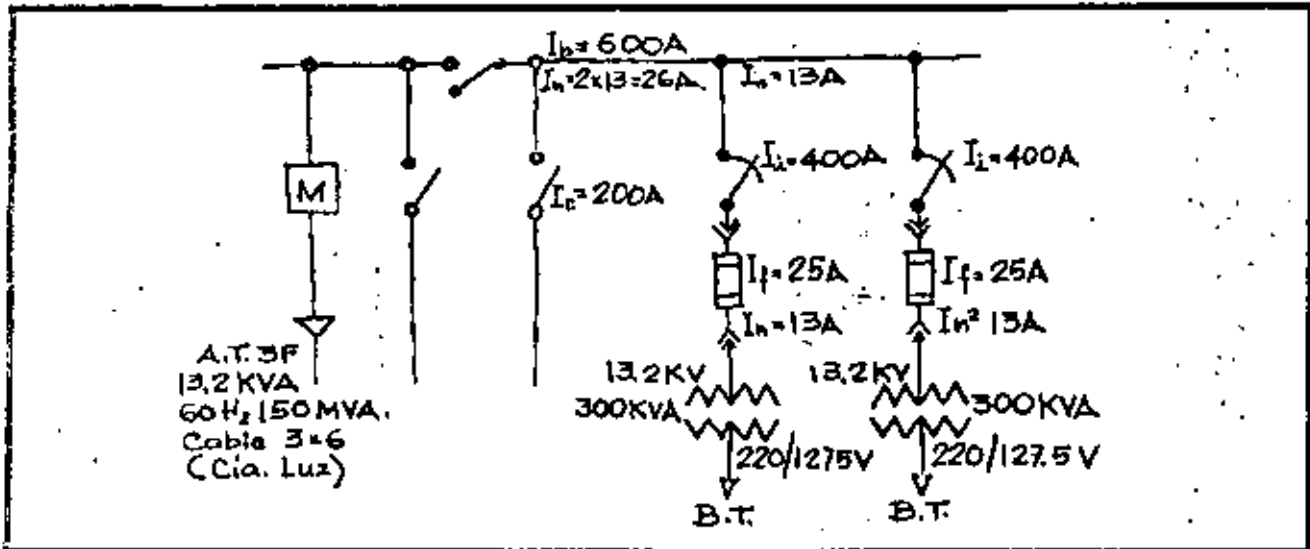
1000

#### 4.—COMO DISEÑAR UNA SUBESTACION UNITARIA.

1°—Haga un diagrama unifilar sencilla de la subestación tal como la tenga pensada.



2°—Ponga en el diagrama los datos de suministro de la Cia de Luz y los valores normales del equipo (Ver Tabla No. 3).

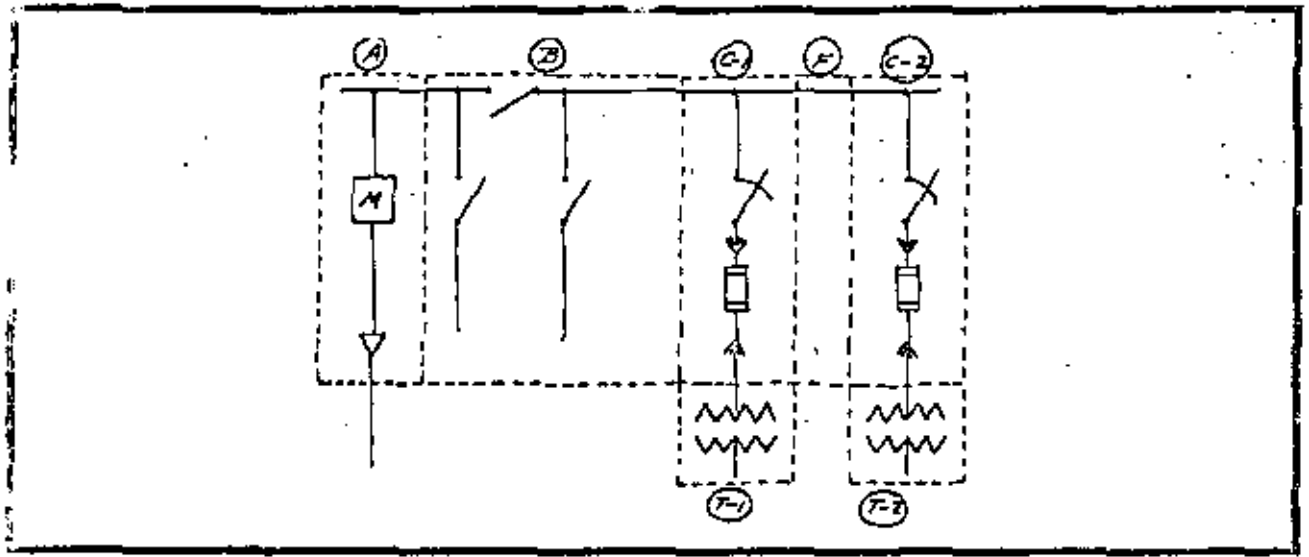


La capacidad de las cuchillas, de los barras y de los interruptores, son generalmente bastante más grandes que las corrientes normales, para asegurar, según su construcción (separación entre fases y aisladores), que los esfuerzos me-

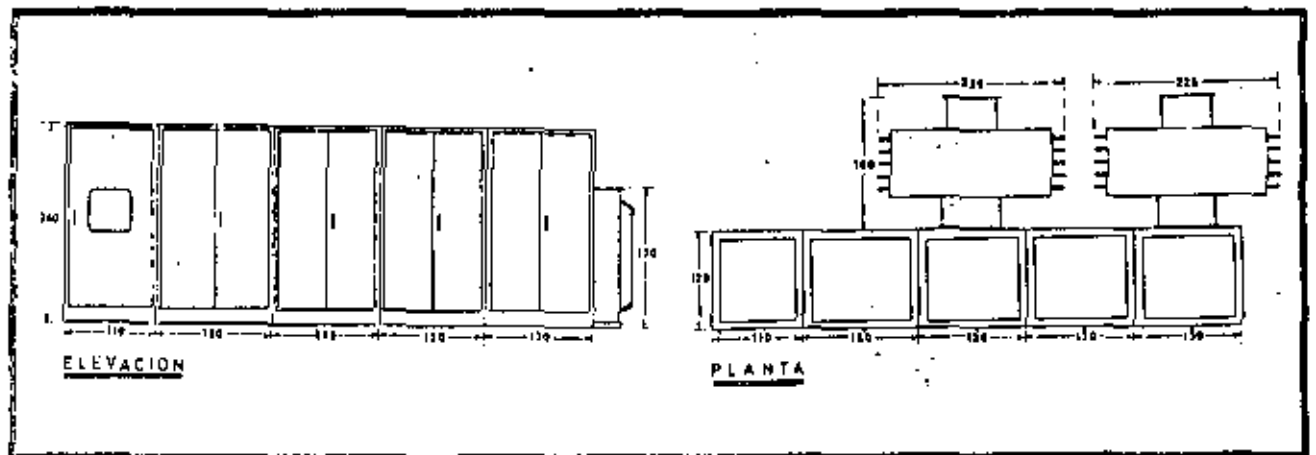
cánicos no serán perjudiciales en caso de cortos circuitos. La capacidad de los desconectores generalmente es de 200A., la de los interruptores de 400A. y de las barras de 400, 600 ó 1200A. según el tamaño de la subestación.

3°—Elija el gabinete normal para cada componente de la subestación, encerrando con rectángulos cada grupo (Ver Tabla No. 1).

Póngase una letra y un número, si el mismo equipo se repite. En nuestro ejemplo sería A, B, C-1, F, C-2, T-1, T-2.

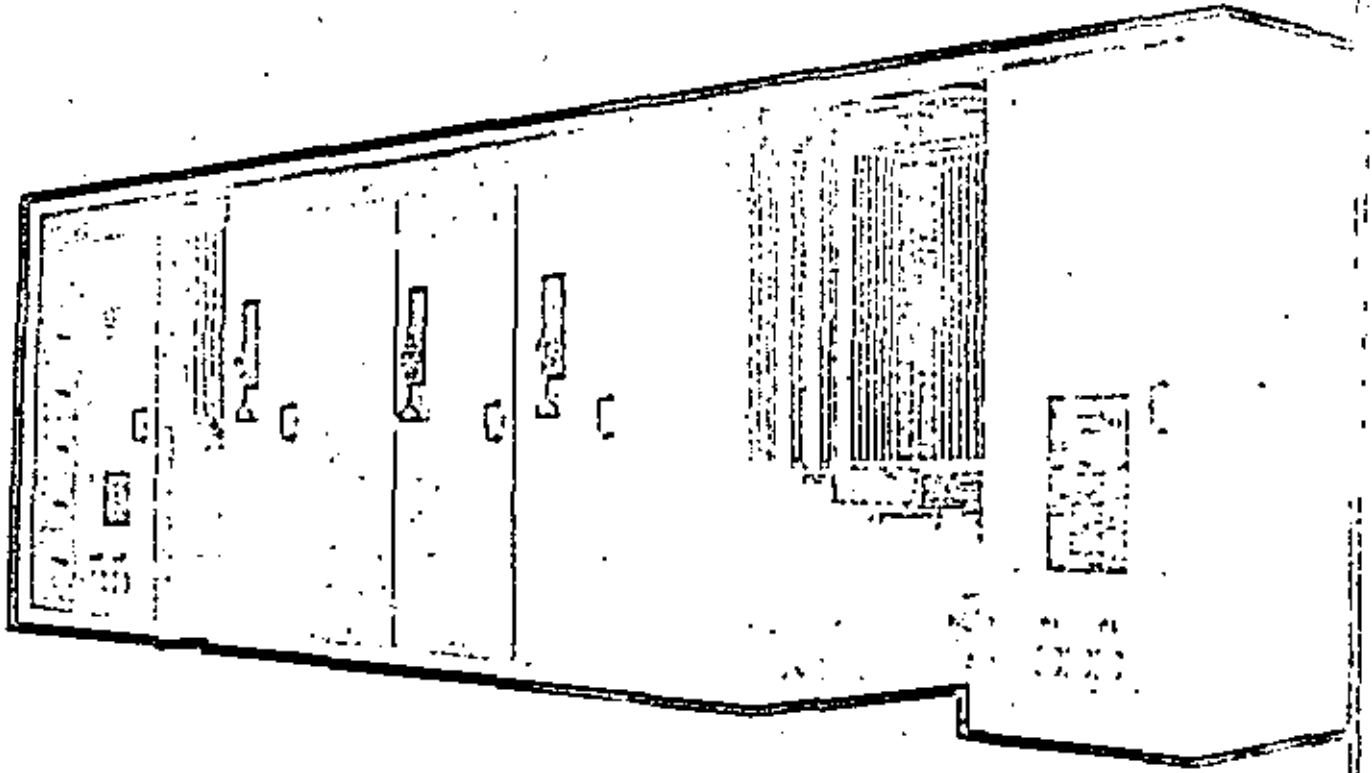


4°—Con los elementos anteriores pueden darse medidas a la subestación completa, según la Tabla No. 2.



5°—Hay componentes que son opcionales, que no son esenciales para el buen funcionamiento de la subestación, pero que en determinados casos son útiles. Entre otros, se encuentran los instrumentos de medición, la operación eléctrica y disparo automático con diversos relevadores de los interruptores. Los apartarrayos son útiles en subestaciones a la intemperie, cuando

la Cia. de Luz no los pone en su poste de acometida. En la tabla No. 1, está el equipo opcional, correspondiendo a la sección de la subestación en que generalmente se instalan. Cuando se instalan instrumentos de medición en la sección de Verificación de Medidores, lo normal es que ya no se pongan las cuchillas de prueba.





DOS MANERAS MAS BARATAS DE OBTENER ENERGIA ELECTRICA MAS  
BARATA EN SU INDUSTRIA O EN SU EDIFICIO.

I.- Las compañías suministradoras tienen dos tarifas: una a baja tensión; tarifa no. 2 Servicio general hasta 40 kw. de carga conectada o la tarifa no. 3 Para servicio general para más de 40 kw. de carga conectada.

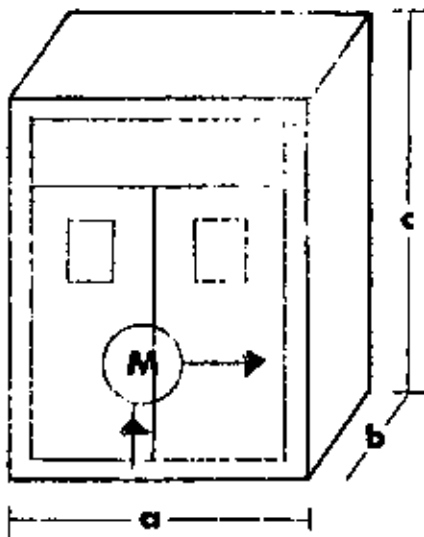
Y la otra a alta tensión que puede ser la tarifa no. 8 hasta 4500 kw. y la tarifa no. 12 para servicios de 5000 kw. o más a tensiones de 66 kv. o superiores.

II.- Manteniendo en sus instalaciones un factor de potencia igual o mayor de 85%.

Si este factor que mide mensualmente la compañía suministradora es menor, le cobrará al usuario un sobrecargo que resulta de dividir 85% entre el factor de potencia medido; el cociente aunque sea mayor de 7 como máximo será esta cantidad la que multiplique al costo de la factura. Para librarnos de este recargo se necesita instalar un banco de capacitores.

Las tarifas generales de las compañías suministradoras ya sea que las soliciten a las mismas o se adquiera el diario oficial del 15 de noviembre de 1976; también recomendamos al solicitar un nuevo servicio o aumento de carga aparte del costo de la obra eléctrica que realizan las compañías suministradoras hay que pagar una cantidad por el llamado regimen de cuotas que varía según las zonas del país ( I, II, III ) y la tarifa que se aplique al servicio.

**SECCION I-MEDICION.-**



**GABINETE .-**

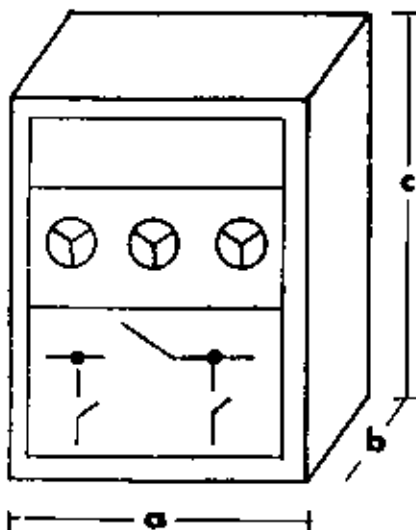
Esta sección denominada MEDICION, está destinada a alojar el equipo de medición en alta-tensión de la compañía suministradora de energía eléctrica. Esta sección es la que recibe la acometida y la tomamos como punto de partida para definir el SENTIDO de la subestación denominándolas IZQUIERDAS ó DERECHAS cuando -- las subsecuentes secciones se vayan adosando al costado izquierdo de ésta sección ó viceversa en el segundo caso.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	200	200	260
34.5	280	280	300

**EQUIPO.-**

Este gabinete se suministra vacío de fábrica con objeto de alojar el equipo de medición -- indicando anteriormente y unicamente se proporcionen las zapatas en los buses de las fases y barra de tierra para poder efectuar -- las conexiones correspondientes.

**SECCION II- VERIFICACIONES.-**



**GABINETE.-**

Esta sección denominada VERIFICACION, está destinada a alojar el equipo que permite a la compañía suministradora efectuar verificaciones ó pruebas de su equipo de medición sin tener necesidad de interrumpir el servicio al usuario.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	200	260
34.5	200	280	300

EQUIPO -

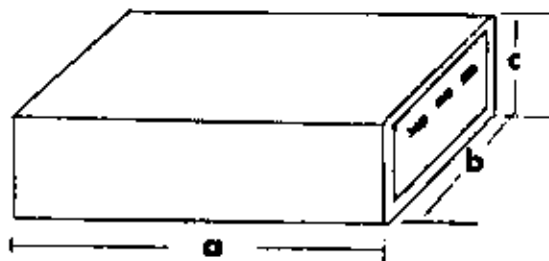
Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo, montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar:

Un juego de cuchillas tripolares, de operación en grupo sin carga

Tres bases portafusibles, unipolares, con sus respectivos fusibles de alta capacidad interruptiva.

( Fusible mayor de 50 AMP. consultar a M.E.C.S.A.)

SECCION V-A.- ELECTRODUCTO AEREO



GABINETE.-

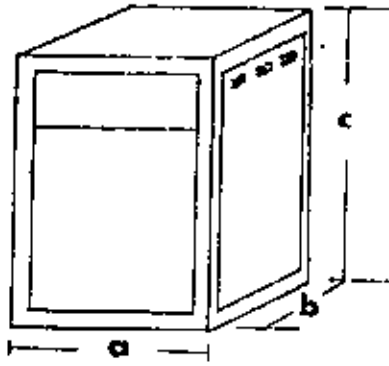
Esta sección denominada ELECTRODUCTO AEREO, está destinada a interconectar secciones que estén acopladas a otros equipos que por tener un ancho mayor que la sección impiden el acoplamiento directo.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	X	85	45
25	X	100	50
34.5	X	160	100

EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica únicamente con sus correspondientes tramos de buses de las fases y barra de tierra.

SECCION V-P.- ELECTRODUCTO DE PISO



GABINETE.-

Esta sección denominada ELECTRODUCTO DE PISO, tiene la misma función que la sección anterior, excepto que, con la variante de que es autosoportada directamente sobre el piso y sus dimensiones de fondo y altura coinciden con las de las secciones a las cuales va acoplada.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	X	150	240
25	X	200	260
34.5	X	280	300

EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica únicamente con sus correspondientes tramos de buses de las fases y barra de tierra.

## COMBINACIONES USUALES DE LAS SECCIONES

Las Subestaciones marca MECOSA, estan formadas por la combinación de las secciones descritas anteriormente de acuerdo con las necesidades particulares de cada cliente.

Con objeto de poder identificar las subestaciones de acuerdo con las combi-naciones más usuales de las secciones, se han establecido nomenclaturas for-madas también por una combinación de dígitos y letras en la siguiente forma:

- ① Los primeros dígitos indican el voltaje nominal de operación de la subes-tación por la cual unicamente pueden ser: 15, 25 ó 34.5
- ② La siguiente letra nos indica el sentido de la subestación, según vayan aumentando las secciones a partir de la acometida, ya sea hacia la iz-quierda ó hacia la derecha, por lo cual ésta letra unicamente puede ser I ó D respectivamente.
- ③ El (los) siguiente (s) digito (s) nos indica el número de secciones de -- que se compone la subestación.
- ④ La siguiente letra nos indica si la subestación es NORMAL o ESPECIAL, de MEDICIÓN, VERIFICACION e INTERRUPTOR, siendo la ESPECIAL la que constitui-da por cualquier otra combinación, por lo que ésta letra unicamente puede ser N ó E

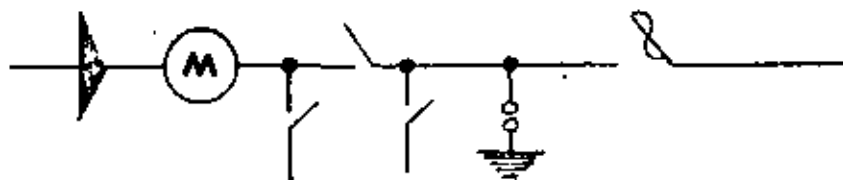


DIAGRAMA UNIFILAR

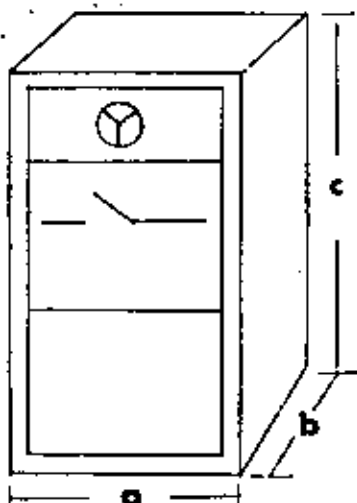
- ⑤ Las letras finales nos indican el tipo de servicio de la subestación, que unicamente puede ser INTERIOR ó EXTERIOR, por lo que, éstas le-tras serán SI ó SE según el caso.

Como ejemplo ilustrativo de lo anteriormente descrito, vamos a identi-ficar una subestación normal para 25 KV, con 3 secciones, con sentido-derecho para servicio exterior:

25	D	3	N	SE
①	②	③	④	⑤

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b'	c
15	150	150	240
25	150	200	260
34.5	280	280	300

### SECCION II-C.- CUCHILLA



#### EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con tres juegos de cuchillas tripolares de operación en grupo sin carga montadas y conectadas de acuerdo con el diagrama unifilar.

#### GABINETE.-

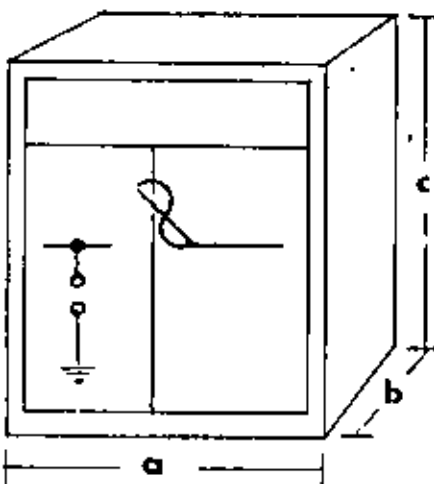
Esta sección denominada CUCHILLAS, está destinada a alojar el equipo de desconexión que permita a la compañía suministradora efectuar verificaciones ó pruebas a su equipo de medición pero no necesariamente con la interrupción del servicio.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	50	150	240
25	50	200	260
34.5	150	280	300

#### EQUIPOS.-

Esta sección se suministra de fábrica con un juego de cuchillas tripolares de operación en grupo sin carga, montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

### SECCION III-S.- INTERRUPTOR



#### GABINETE.-

Esta sección denominada INTERRUPTOR, está destinada a alojar el equipo de protección en alta tensión.

#### EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

KV	ADEPTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	200	260
34.5	280	280	300

Tres apartarrayos tipo autoválvula  
 Un Seccionador en aire baja carga, tripolar operación manual, montaje fijo, servicio interior, completo con tres fusibles de alta capacidad interruptiva con mecanismo de disparo en los tres polos automáticamente al fundirse cualquiera de los fusibles, con tres relés de sobrecorriente y palanca de operación, marca SIEMENS, tipo H251.

### SECCION III-O.- INTERRUPTOR

#### GABINETE.-

Esta sección es similar a la anterior variando únicamente el tipo de seccionador, las dimensiones del gabinete coinciden con las de la III-S.

#### EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

Tres apartarrayos tipo autoválvula

Un seccionador en aire bajo carga, tipo autoneumático, tripolar de operación manual, montaje fijo, servicio interior, completo con tres fusibles de alta capacidad interruptiva, con mecanismo de disparo automático en los tres polos al fundirse cualquiera de los fusibles, con tres relés de sobrecorriente y palanca de operación, marca DELLE, tipo RFA ó similar.

### SECCION III-M. INTERRUPTOR

#### GABINETE.-

Esta sección es similar a la anterior variando únicamente en el equipo de protección el cual ÚNICAMENTE se puede ofrecer para las subestaciones en 25 KV, las dimensiones del gabinete coinciden con las de la III-S.

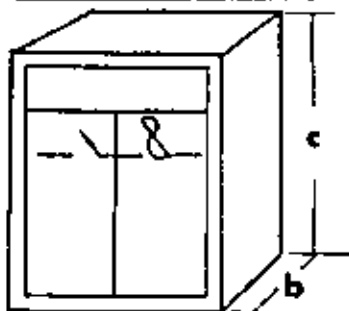
#### EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar:

Tres apartarrayos tipo autoválvula

Un interruptor en volumen reducido de aceite montaje fijo, marca MECOSA, fabricado bajo licencia de MAGRINI M.S.M., tipo 20MG/750/800, con 750 MVA de capacidad interruptiva a voltaje nominal, 800 amperes con mando tipo B-14 manual, provisto de dos relés tipo SA de la capacidad adecuada, con disparo voluntario con bobina de envío de corriente ó disparo automático con bobina de no voltaje, completo con palanca de operación.

### SECCION IV-CUCHILLAS-FUSIBLES



#### GABINETE.-

Esta sección denominada CUCHILLAS-FUSIBLES, está destinada a alojar el equipo de protección en alta tensión para circuitos derivados siempre y cuando exista un interruptor general.

TABLA DE SELECCION DE FUSIBLES Y RELEVADORES

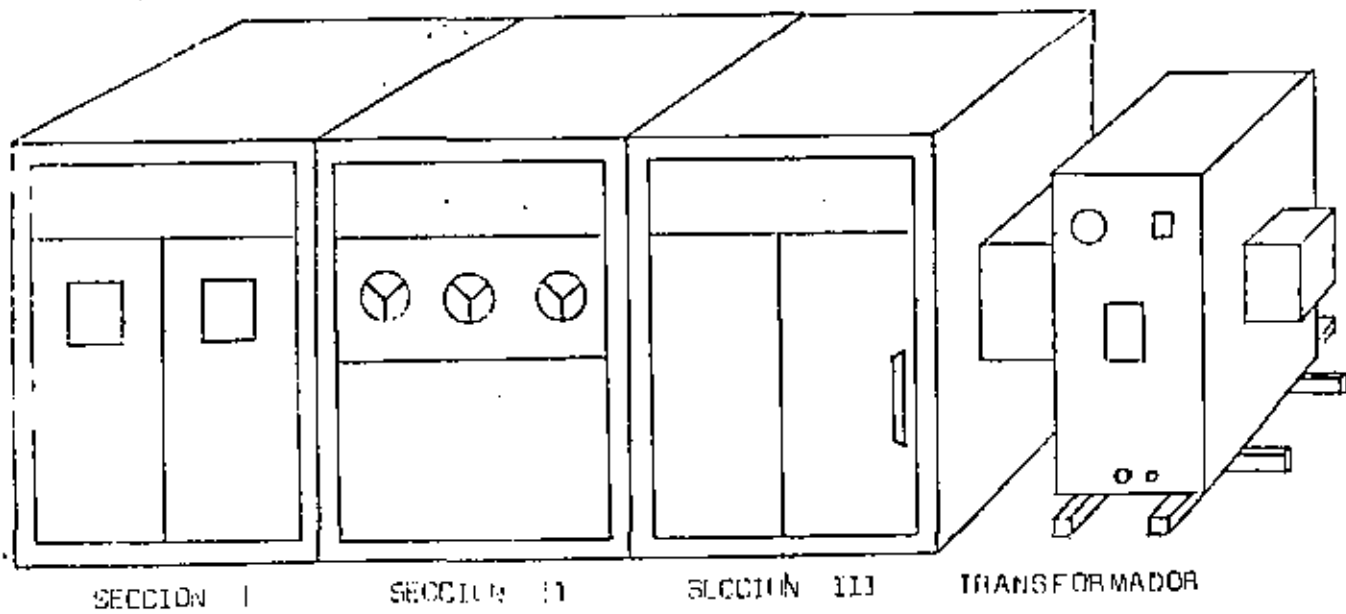
SECCIONADOR CON FUSIBLES SIEMENS					RUPTO FUSIBLES MARCA "DELLE"						INTERRUPTOR "MECSA".	
POTENCIA NOMINAL SUB-EST.	TENSION DE SERVICIO 13.2 KV	CAPACIDAD INTERRUPTIVA S.	TENSION DE SERVICIO 20/23 KV.	CAPACIDAD INTERRUPTIVA SIMETRICA.	TENSION DE SERVICIO 13.2KV CORRIENTE DEL RELE Y FUSIBLE.			TENSION DE SERVICIO 20/23 KV, CORRIENTE DEL RELE Y FUSIBLE.			TENSION DE SERVICIO 13.2 KV 20/23 KV	
K.V.A.	AMP-FUS	M.V.A.	AMP-FUS	M.V.A.	AMP-RELE	AMP-FUS	MVA-CLS	AMP-RELE	AMP-FUS	MVA-CLS	AMP-RELE	AMP-RELE
100	16	1000	16	1000	10/14	10	500	6.3/10	63	1000	5/10	5/10
125	25	1000	25	1000	16/22.4	16	500	10/13	10	1000	5/10	5/10
150	25	1000	25	1000	16/19.2	16	500	16/25.6	16	1000	5/10	5/10
200	25	1000	25	1000	16/25.6	16	500	16/25.6	16	1000	10/20	5/10
250	25	1000	25	1000	20/28	20	500	16/25.6	16	1000	10/20	10/20
300	40	1000	25	1000	20/28	20	500	16/25.6	16	1000	10/20	10/20
400	40	1000	25	1000	25/37.5	25	500	20/26	20	1000	20/40	10/20
500	40	1000	40	1000	32/44.8	32	500	20/32	20	1000	20/40	10/20
600	63	1000	40	1000	32/44.8	32	500	25/40	25	1000	20/40	20/40
750	63	1000	63	1000	40/56	40	500	32/51.2	32	1000	40/50	20/40
1000	100	1000	63	1000	63/65.2	63	500	40/64	40	1000	40/50	20/40
1250	100	1000	63	1000	80/112	80	500	50/65	50	1000	40/80	40/80
1600	160	1000	100	1000	100/150	100	500	63/100.6	63	1000	80/160	40/80

NOTAS:

- 1.- El seccionador SIEMENS no lleva relevadores de sobrecorriente primarios, solo tres fusibles con C.I.S., de 1000 MVA
- 2.- El portafusible DELLE lleva tres relevadores primarios de sobrecorriente y tres fusibles con C.I.S., de 500 MVA a 1000 MVA
- 3.- El interruptor en bajo volúmen de aceite MECSA, lleva dos ó tres relevadores primarios de sobrecorriente, no necesita fusibles, ya que no los requiere para su operación, se surte con una bobina de apertura a control remoto ó una bobina de apertura por bajo voltaje a tensiones 127/220/254/440 volts.  
También se puede surtir totalmente automático (consultar precio) 20MG/750 MVA simétricos, 500 Amps. nominales

C.I.S. - Capacidad interruptiva-Simétrica

Interruptor "MECSA" Interruptor en bajo volúmen de aceite tipo 20MG/750 MVA simétricos, 500 Amps. nominales.



SECCION I

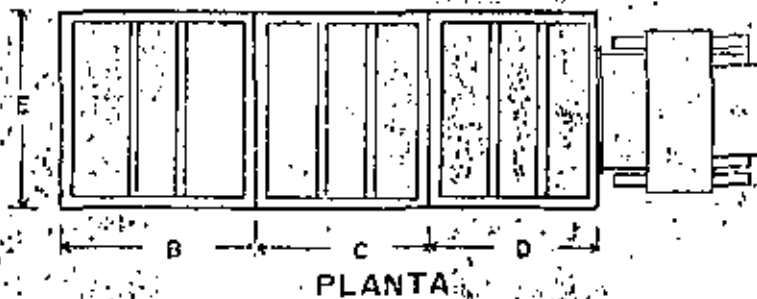
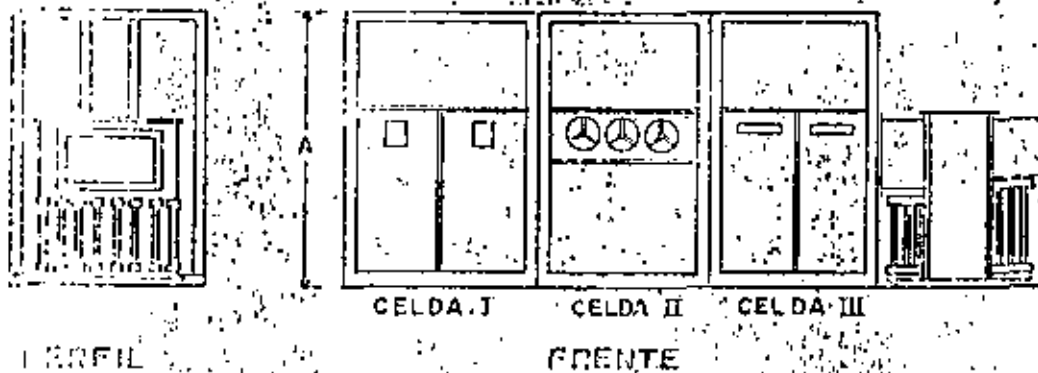
SECCION II

SECCION III

TRANSFORMADOR

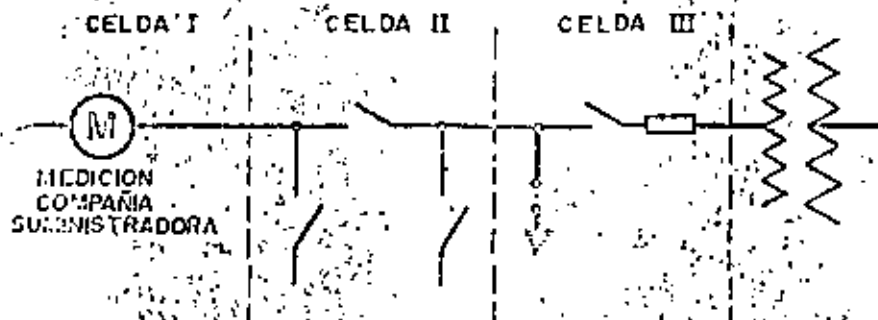


CONDICIONES



DIAGRAMA

UNIFILAR



SE ADOPTAN LOS KV. NOMINALES

MODELO IDENTLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

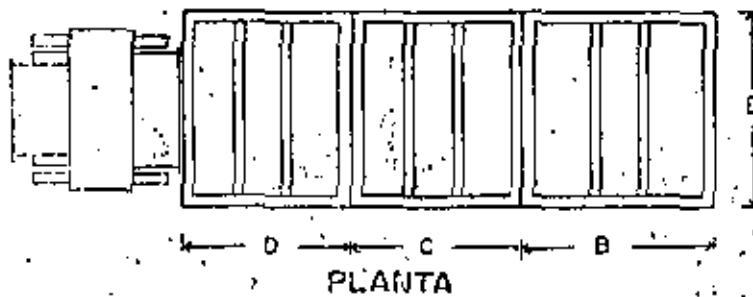
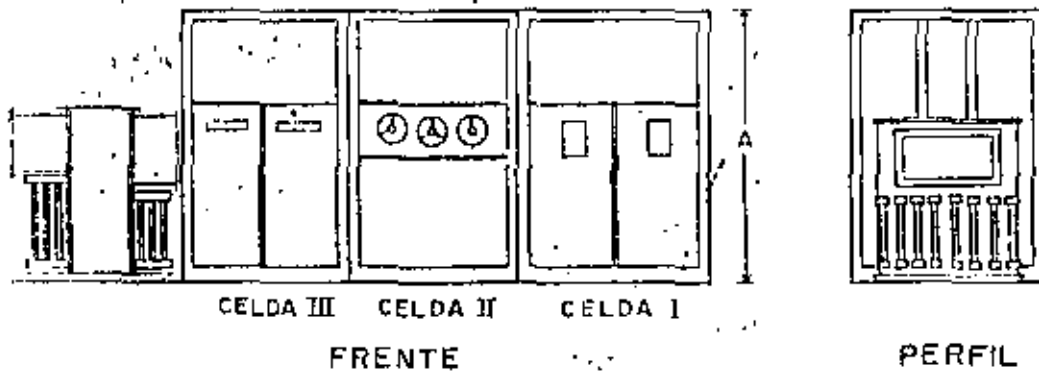
TRANSFORMADOR

INTERIOR

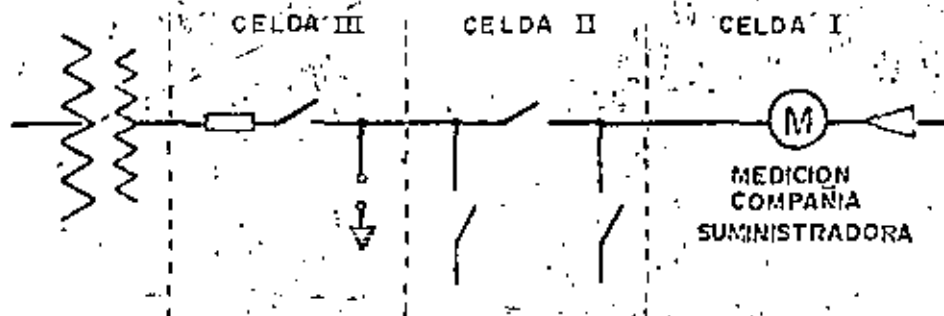
IZQUIERDA - DERECHA

COLINEAL

# G A B I N E T E S



## DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTA: LOS KV NOMINALES

MODELO \* DISNTLSF

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

DIRECCION

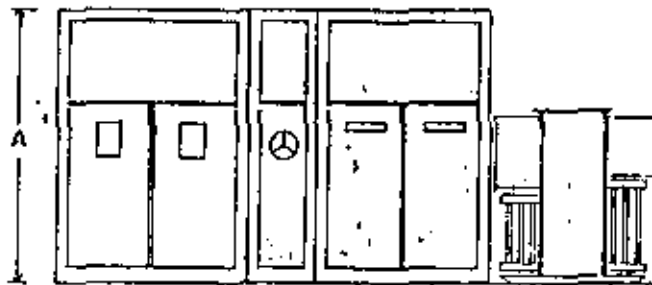
DERECHA - IZQUIERDA

COLINEAL

# G A B I N E T E S



PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

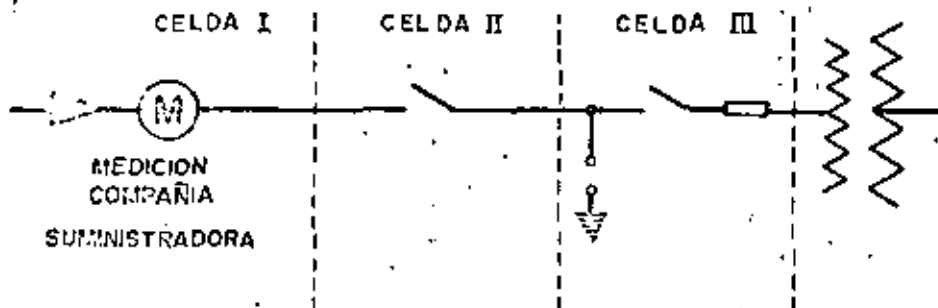
FRENTE



PLANTA

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO ID3E TL SI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

INTERIOR

IZQUIERDA — DERECHA

COLINEAL

GABINETES

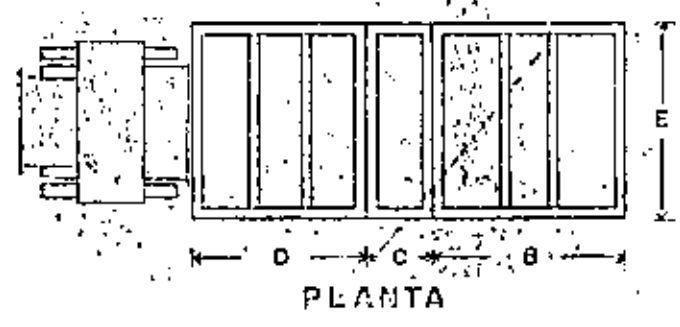
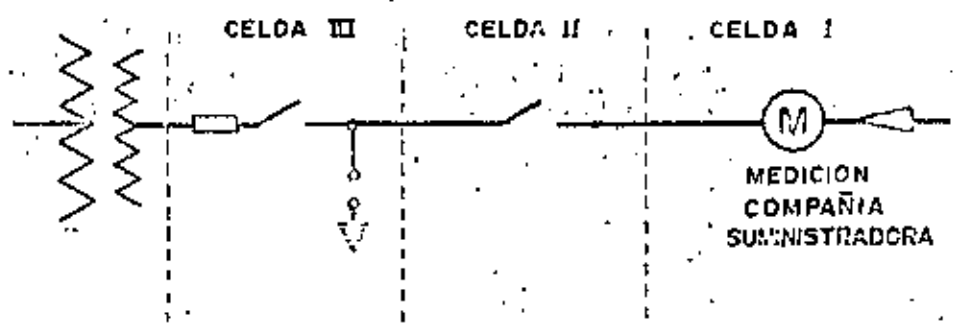


DIAGRAMA UNIFILAR



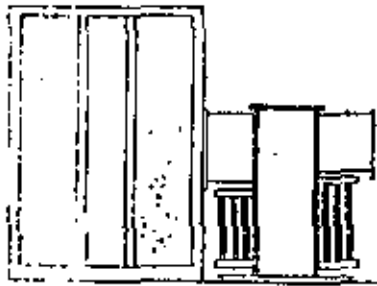
SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO	* D3ETLSI	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
--------	-----------	---------------------------------

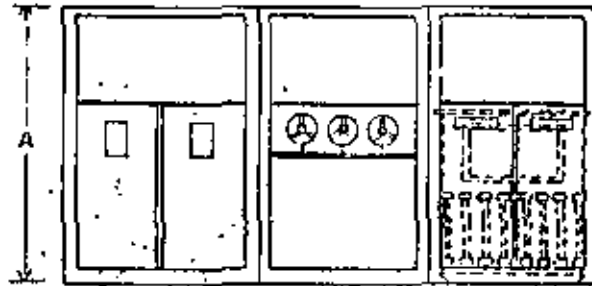
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
----------	---------	---------------

INSTRUMENTOS	DESECUA IZQUIERDA	COLINEAL
--------------	-------------------	----------

# GABINETES

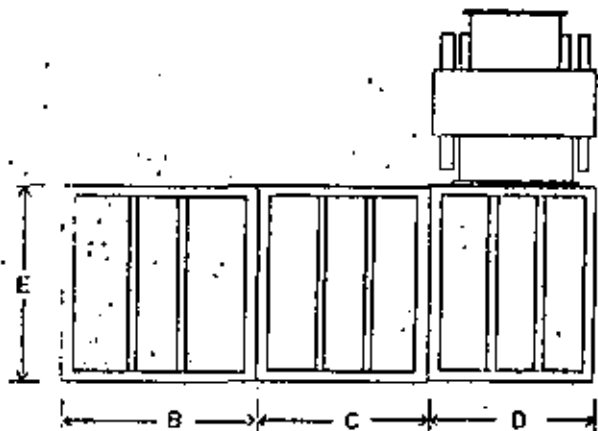


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

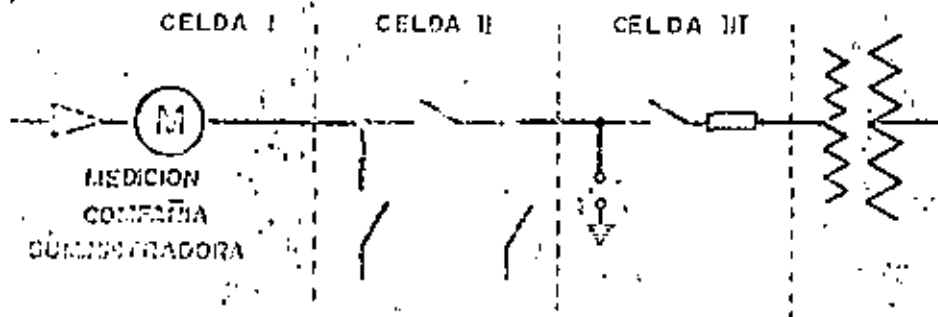
FRENTE



PLANTA

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



SE AÑADIRAN LOS KV NOMINALES

MODELO IDNTPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SELECCION

SENTIDO

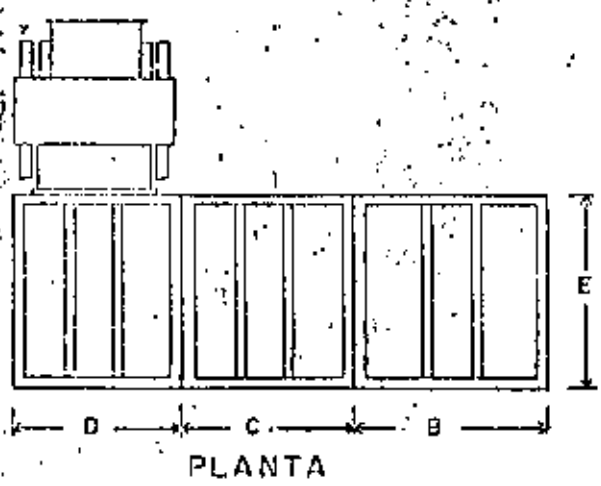
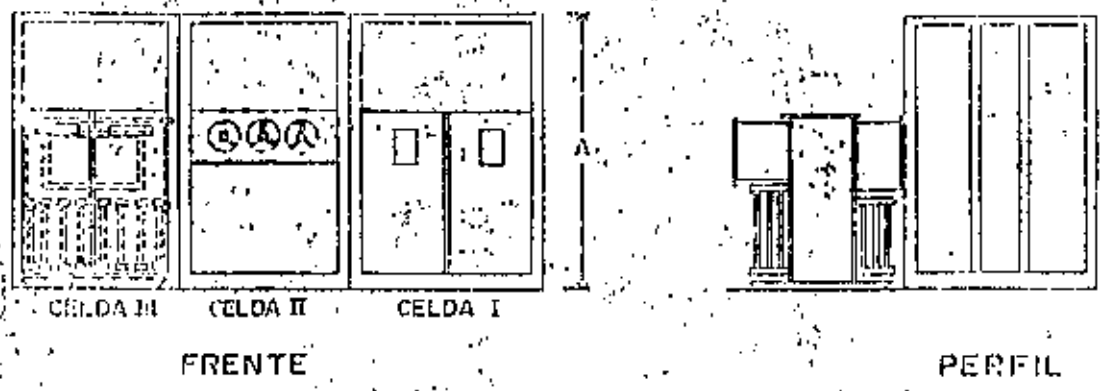
TRANSFORMADOR

RECORRIDO

IZQUIERDA — DERECHA

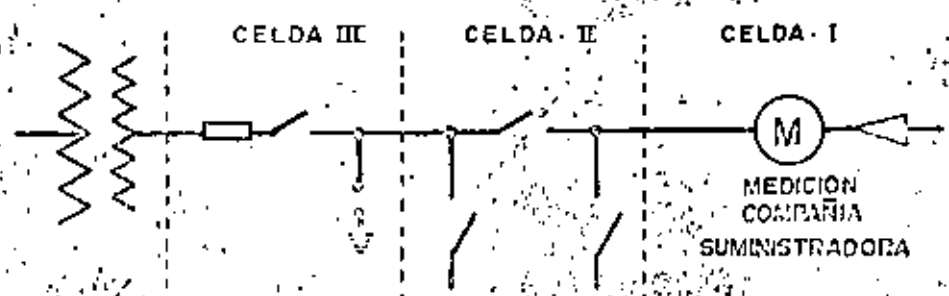
POSTERIOR

COMBINACIONES



DIAGRAMA

UNIFILAR



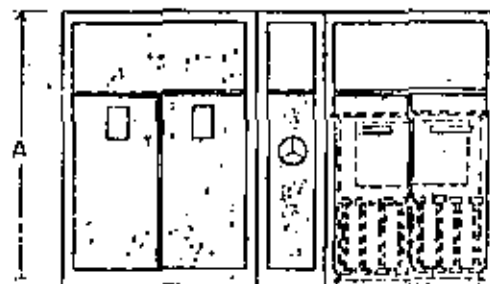
SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO <u>3k</u>	DISINTPSI	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
SERVICIO <u>INT</u>	SENTIDO <u>DERECHA -- IZQUIERDA</u>	TRANSFORMADOR <u>POSTERIOR</u>

G A D I N E T E S

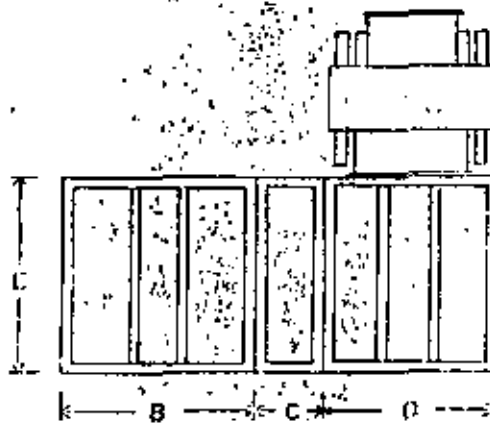


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

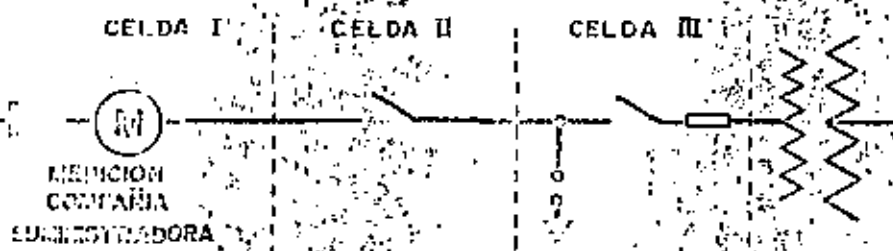
FRENTE



PLANTA

PROGRAMA

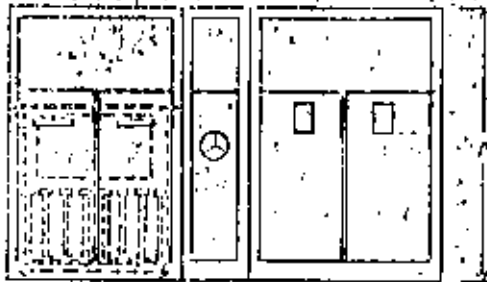
UNIFILAR



SE ADAPTARAN LOS KV NOMINALES

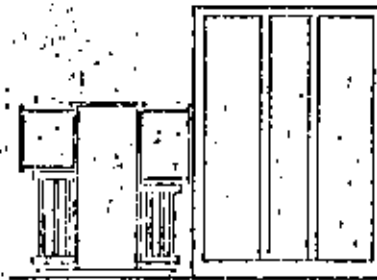
MODELO	IDSETPO	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
SENTIDO	IZQUIERDA -- DERECHA	TRANSFORMADOR
		POSTERIOR

# CABINETES

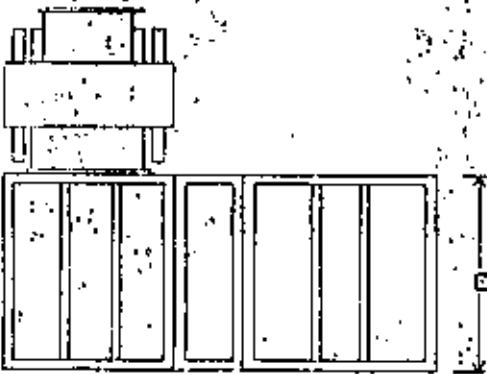


CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE



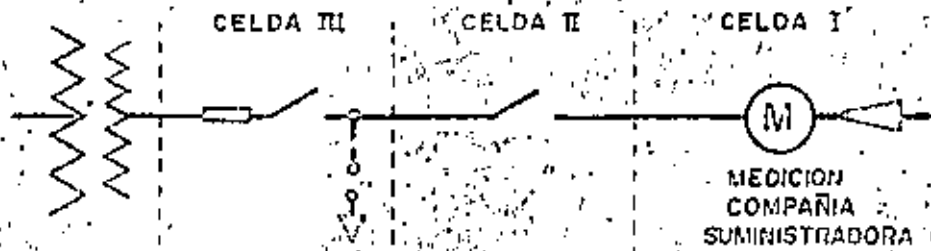
PERFIL



PLANTA

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO DISETPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

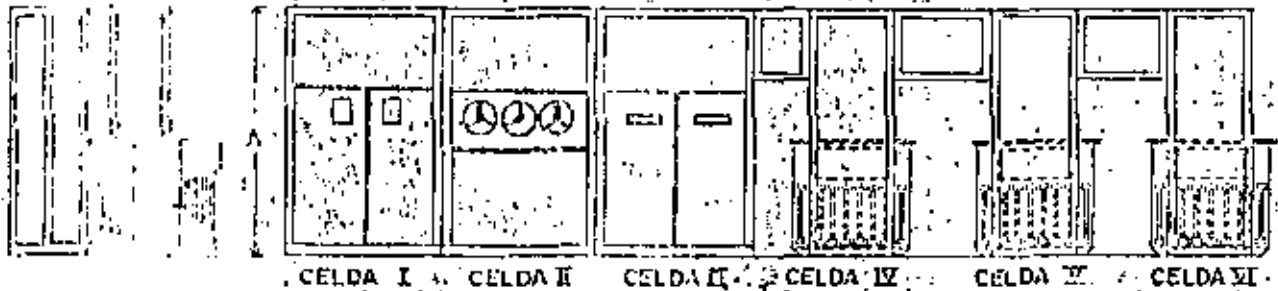
INTERIOR

DERECHA — IZQUIERDA

POSTERIOR



# C A B I N E T E S



PERFIL

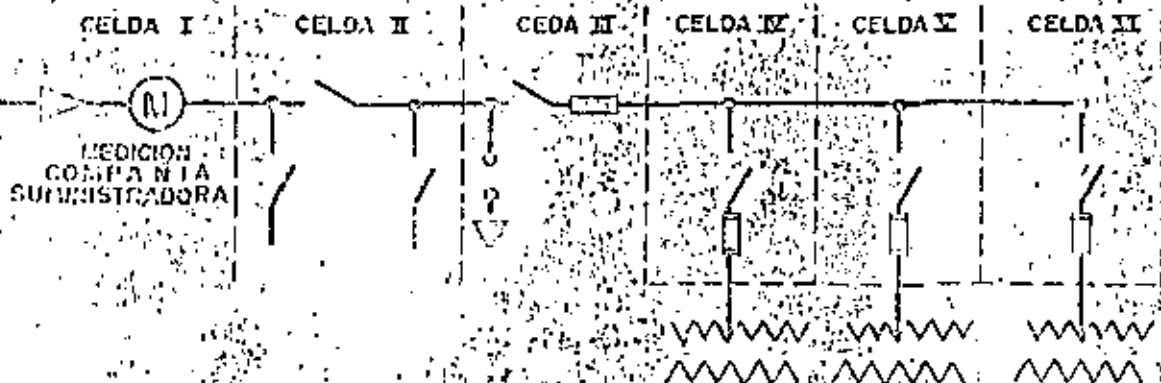
FRENTE



PLANTA

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



SE ADOPTAN LOS KV NOMINALES

MODELO MD3N3TLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3, 4 y 5

TRANSFORMADORES

SENTIDO

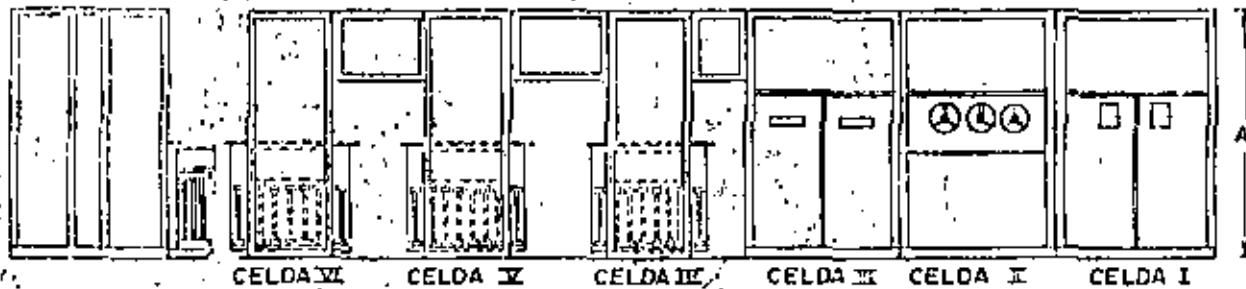
TRANSFORMADORES

TRANSFORMADORES

IZQUIERDA -- DERECHA

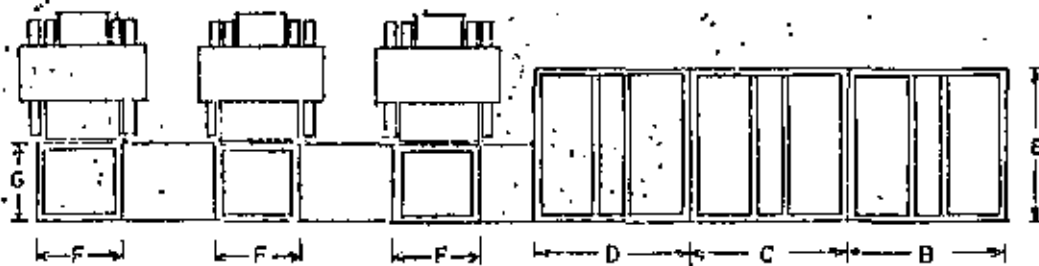
TRANSFORMADORES

# G A B I N E T E S



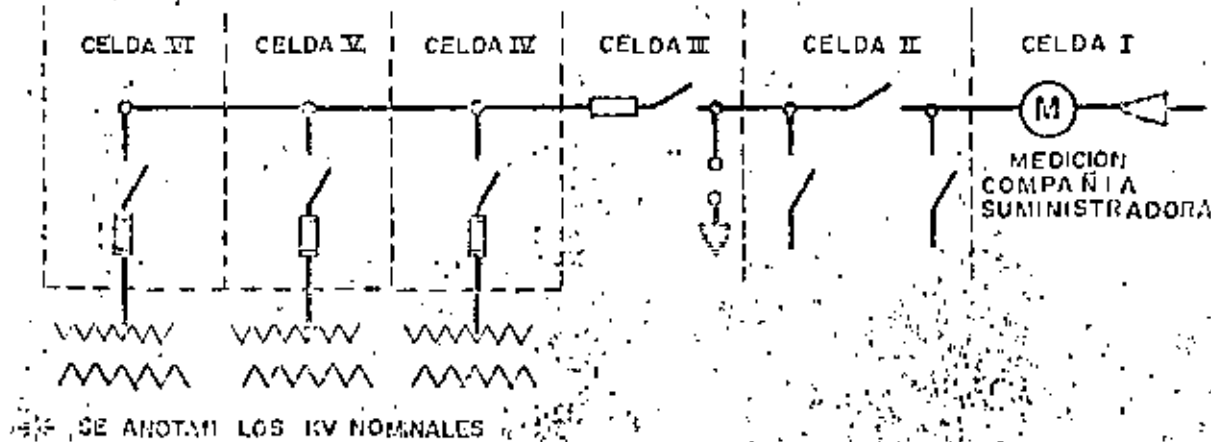
PERFIL

FRENTE



PLANTA

## DIAGRAMA UNIFILAR



MODELO DISN3TLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3, 4 y 5

SERVICIO INTERIOR

SENTIDO DERECHA - IZQUIERDA

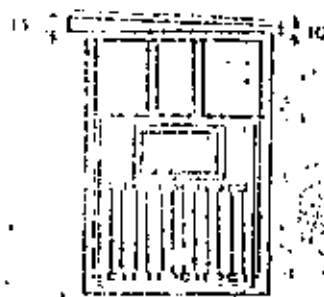
TRANSFORMADORES COLINEALES

SERVICIO INTERIOR

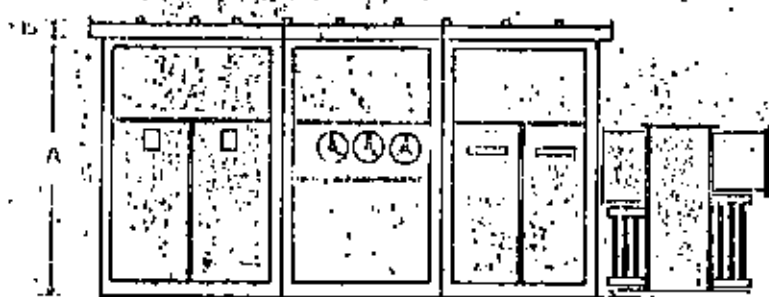
SENTIDO DERECHA - IZQUIERDA

TRANSFORMADORES COLINEALES

# CAJONES

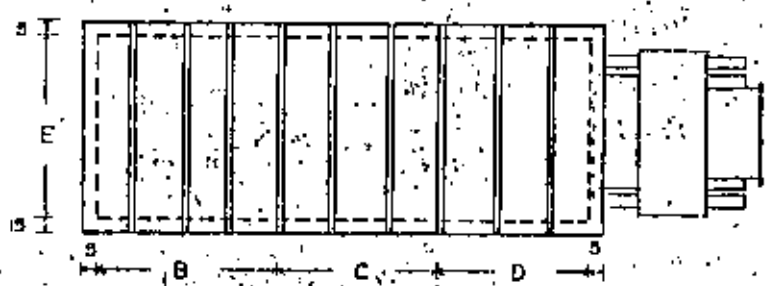


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

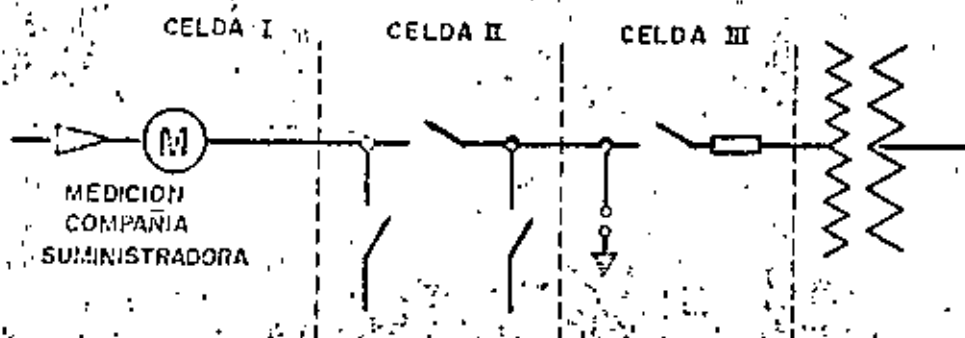
FRENTE



PLANTA

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO IDENTIFISE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

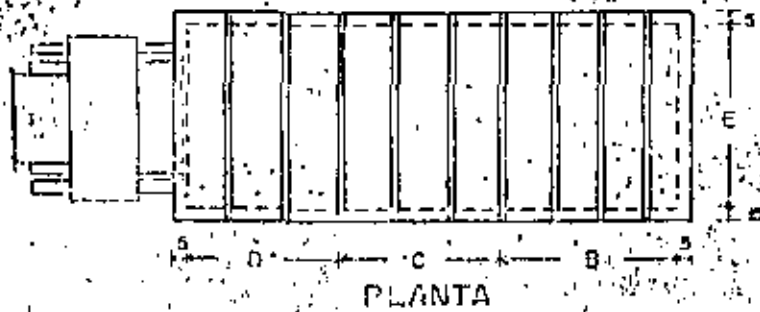
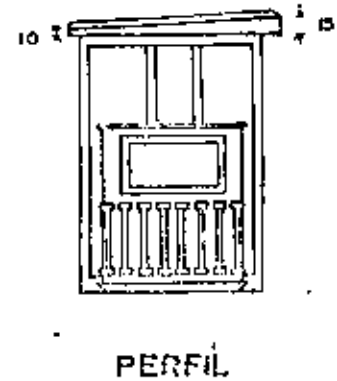
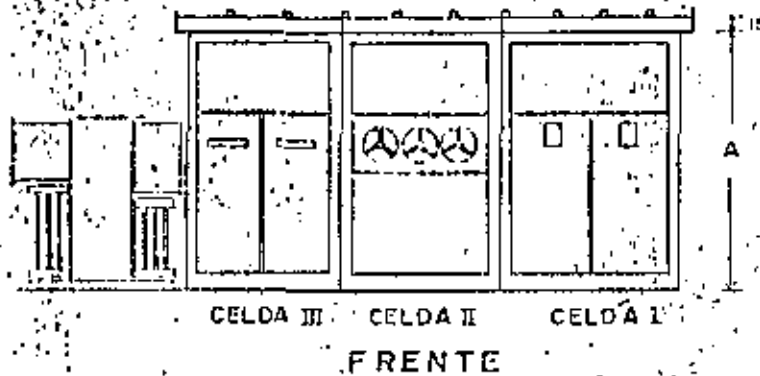
TRANSFORMADOR

INTemperie

IZQUIERDA — DERECHA

COLINEAL

# GABINETES



## DIAGRAMA

## UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO  DISINTLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

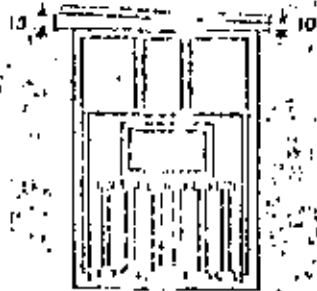
TRANSFORMADOR

CONV. DE LÍN.

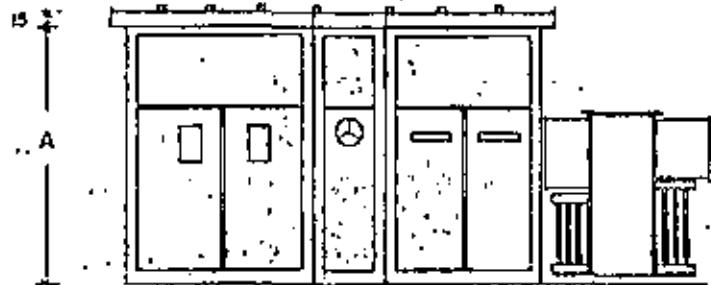
DERECHA - IZQUIERDA

COLINEAL

# C A B I N E T E S

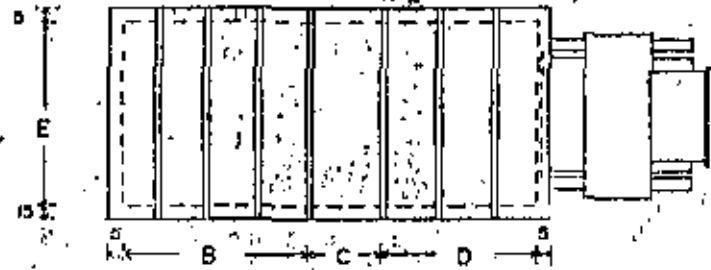


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

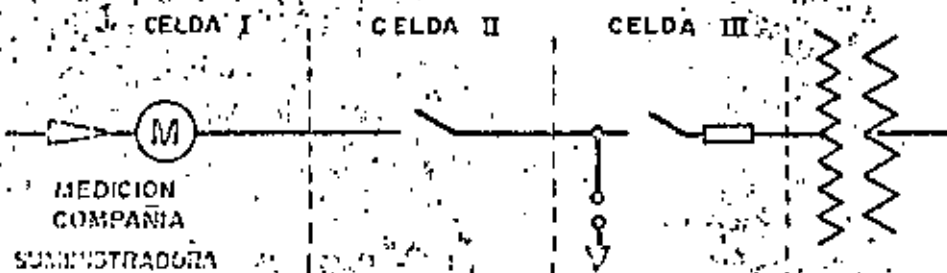
FRENTE



PLANTA

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



SE CAMBIAN LOS KV NOMINALES

MODELO ID3ETLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

TIPO

SENTIDO

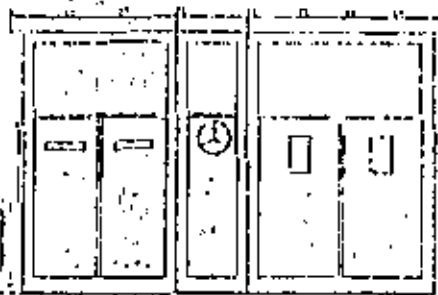
TRANSFORMADOR

LINE

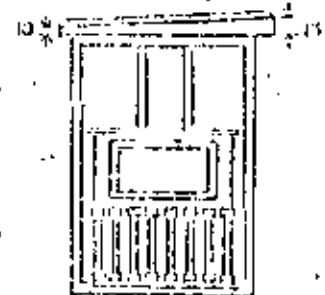
IZQUIERDA — DERECHA

COLINEAL

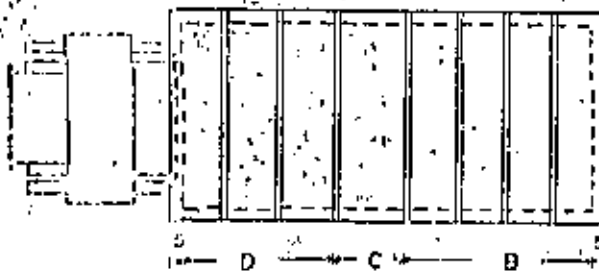
UNIFILAR EN TRES



CELDA III CELDA II CELDA I  
FRENTE



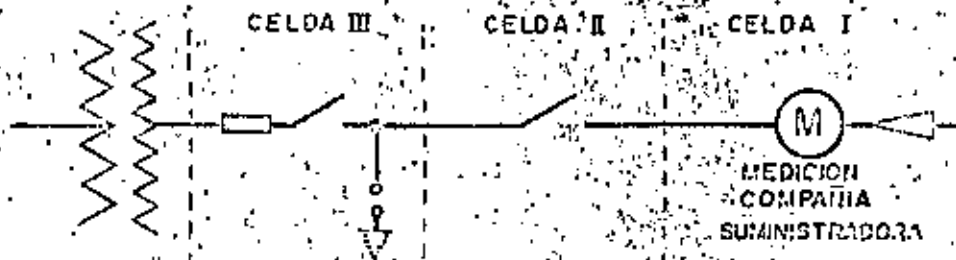
PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



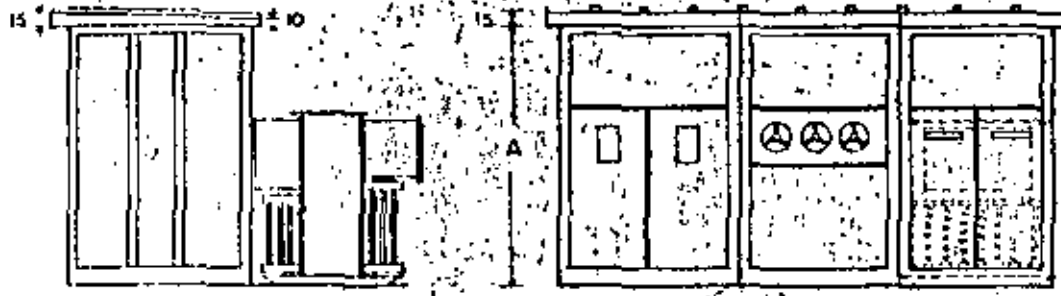
\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO DISET L SE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

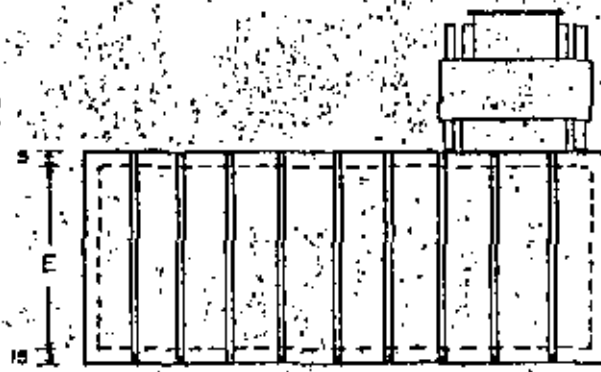
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERMEDIOS	DERECHA -- IZQUIERDA	COLINEAL

# G A B I N E T E S



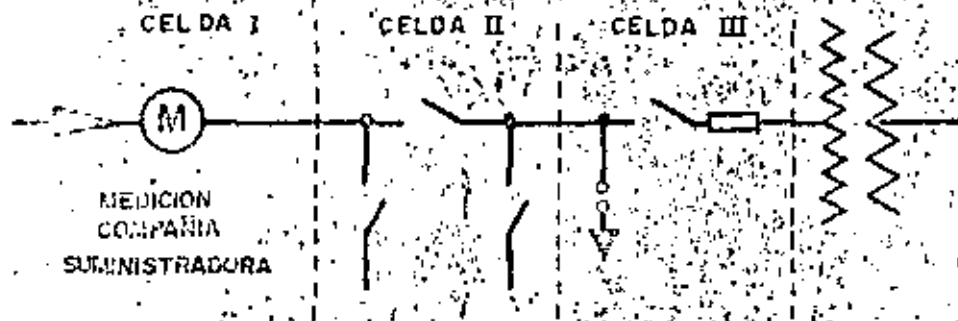
PERFIL

CELDA I CELDA II CELDA III  
FRENTE



PLANTA

## DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* ID3NTPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

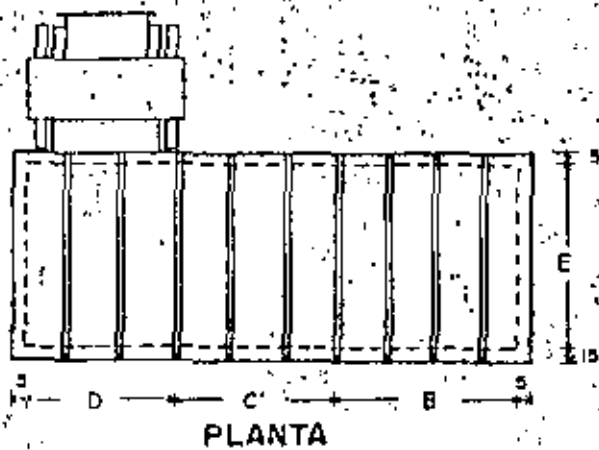
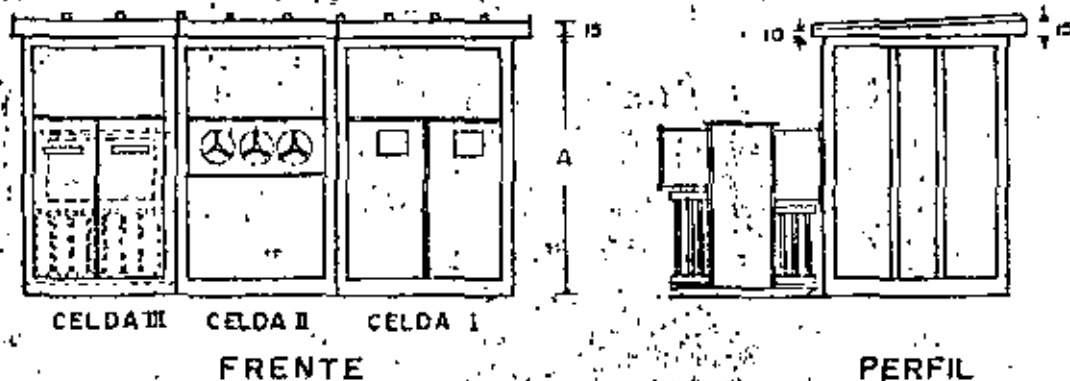
TRANSFORMADOR

INTERPERIE

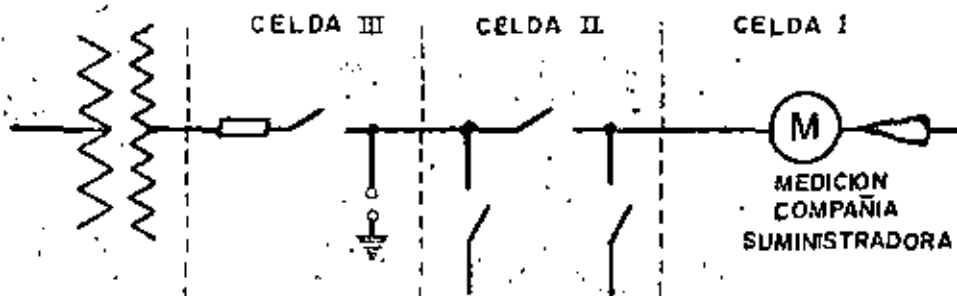
IZQUIERDA — DERECHA

POSTERIOR

# G A B I N E T E S



## DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

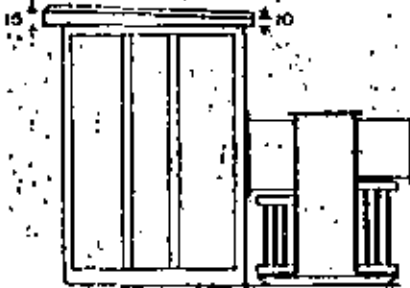
MODELO **D13NTPSE**

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

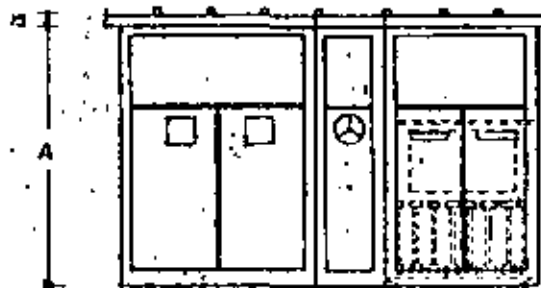
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	DERECHA — IZQUIERDA	POSTERIOR



# G A B I N E T E S

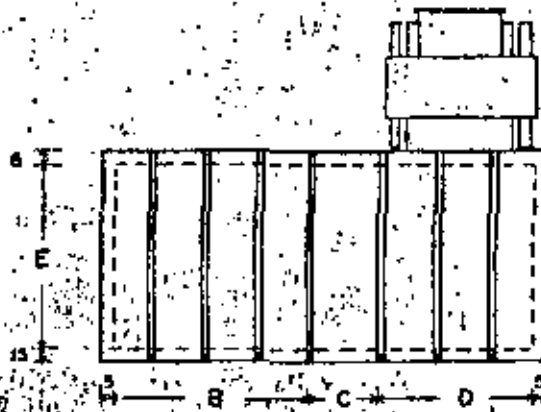


**PERFIL**



**CELDA I CELDA II CELDA III**

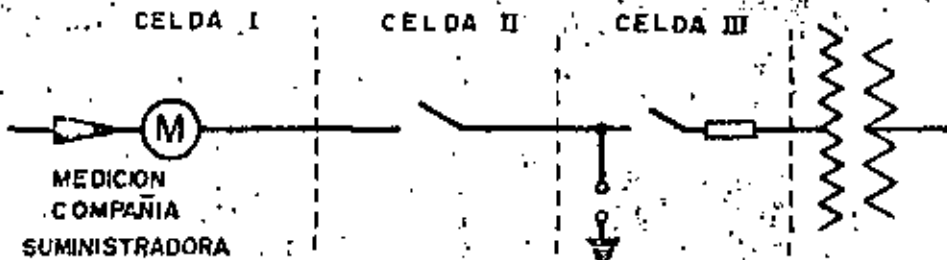
**FRENTE**



**PLANTA**

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

**MODELO \* ID3ETPSE**

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

**SERVICIO**

**SENTIDO**

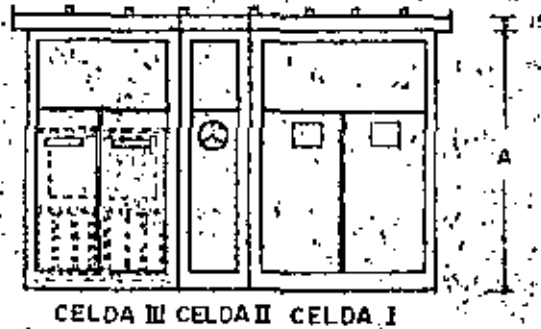
**TRANSFORMADOR**

**INTEMPERIE**

**IZQUIERDA — DERECHA**

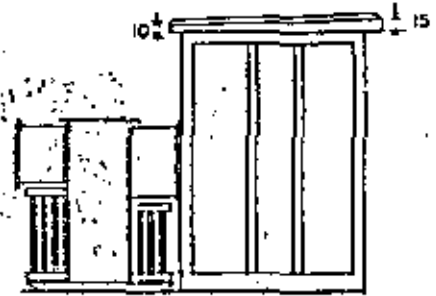
**POSTERIOR**

# G A B I N E T E S

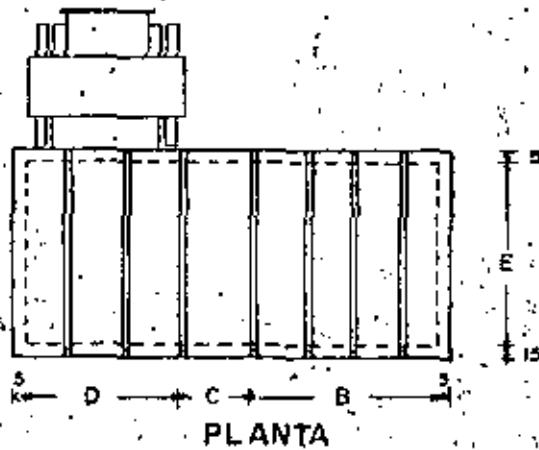


CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE

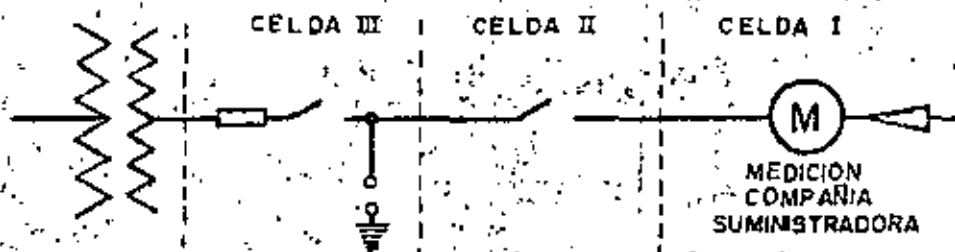


PERFIL



PLANTA

## DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* D13ETPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

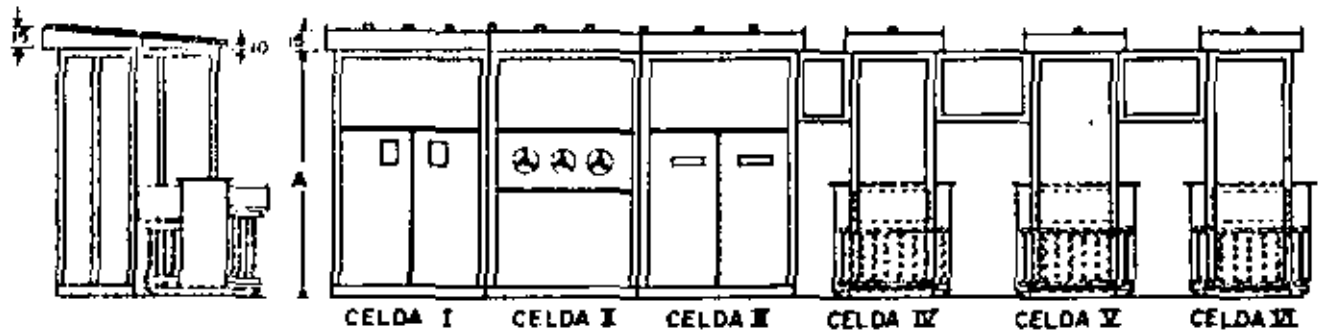
TRANSFORMADOR

INTEMPERIE

DERECHA --- IZQUIERDA

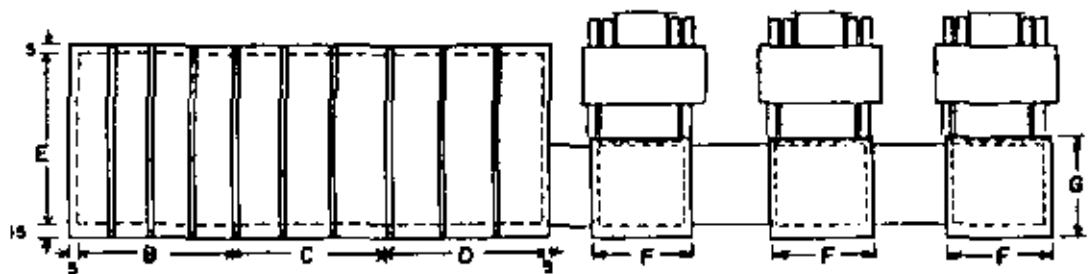
POSTERIOR

# G A B I N E T E S



PERFIL

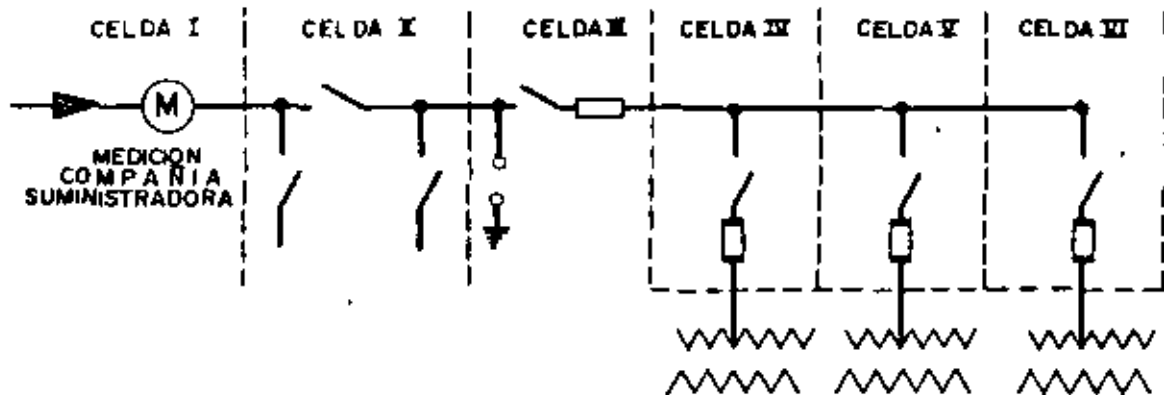
FRENTE



PLANTA

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMNALES

MODELO \* ID3NTLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3, 4 Y 5

SERVICIO

SENTIDO

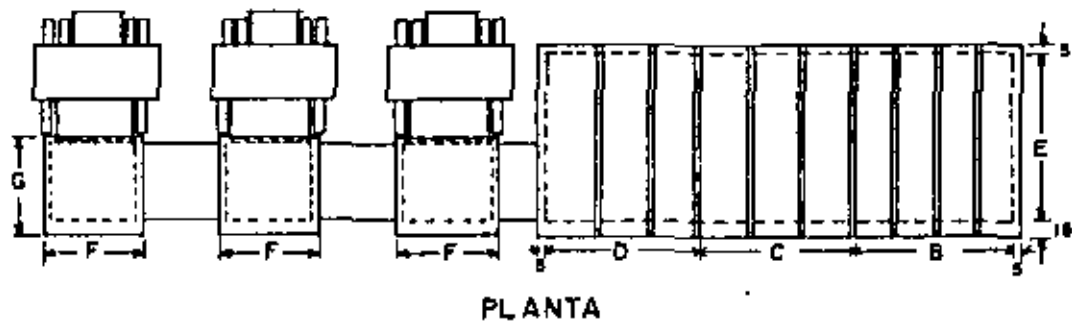
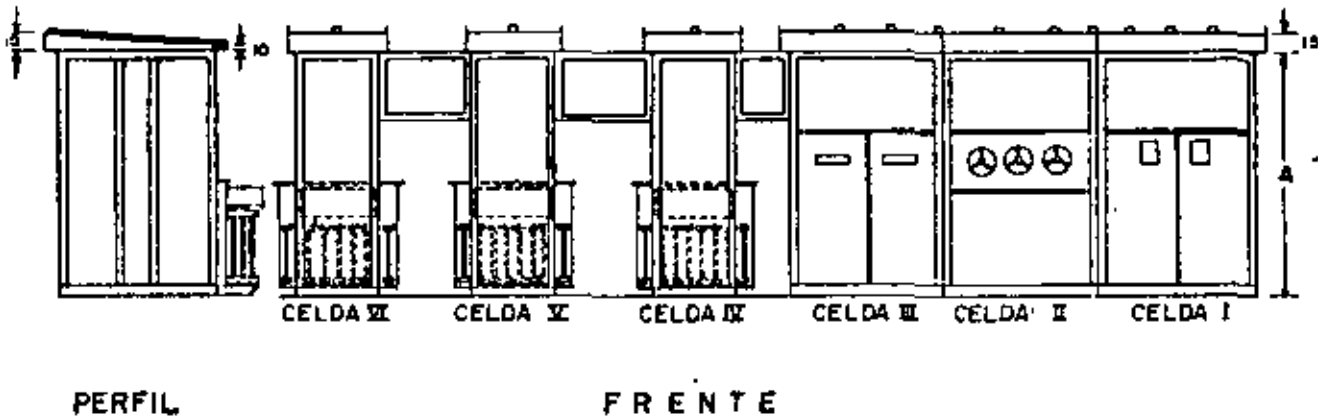
TRANSFORMADORES

INTEMPERIE

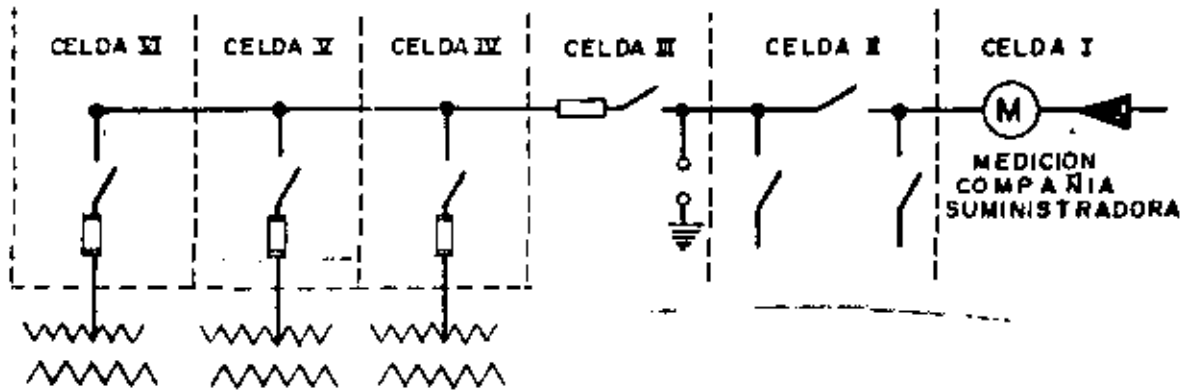
IZQUIERDA — DERECHA

COLINEALES

# G A B I N E T E S



## DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* D13N3TLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3, 4 y 5

SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADORES
INTEMPERIE	DERECHA - IZQUIERDA	COLINEALES



DIVISION INDUSTRIAL S.A.

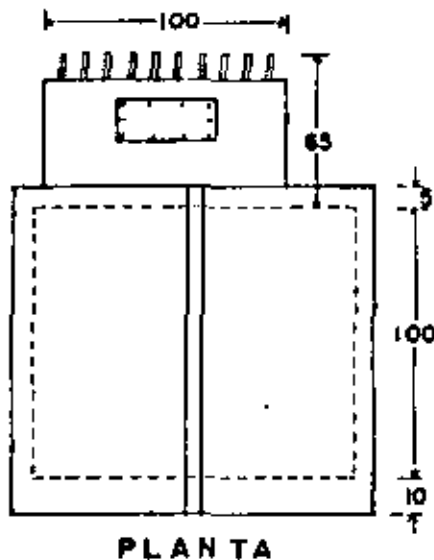
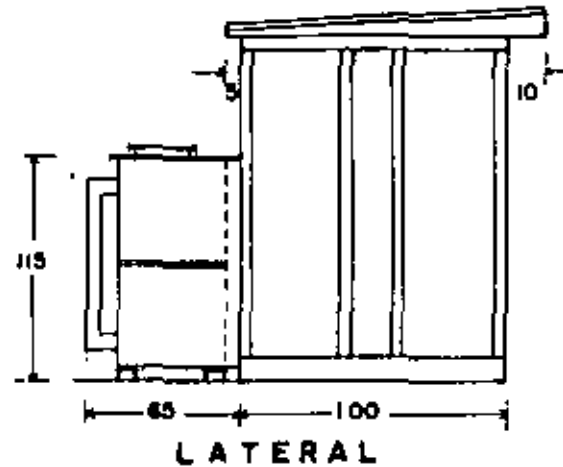
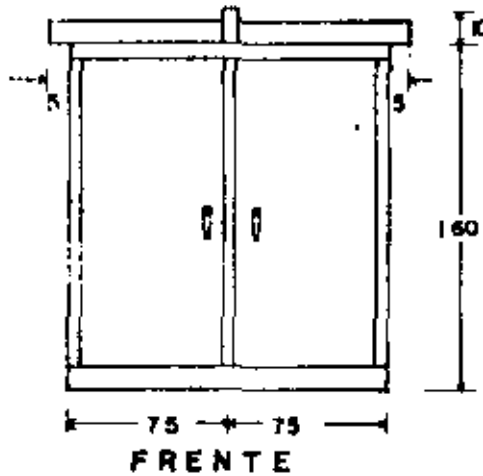
# SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 15 KV

ABRIL DE 1970

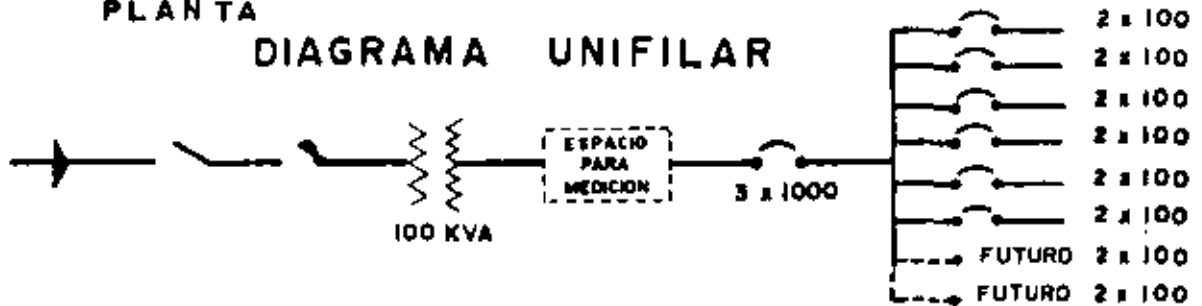
HOJA 4 DE 4

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### GABINETE



### DIAGRAMA UNIFILAR



MODELO "MECSAPAQ 100"

ACOTACIONES EN CENTIMETROS

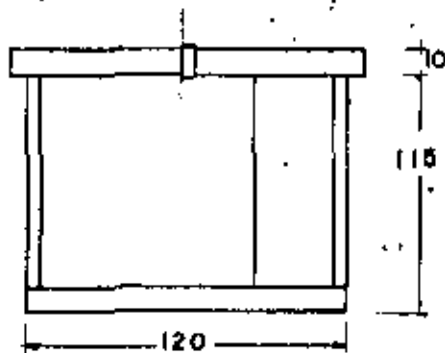
SERVICIO

TRANSFORMADOR

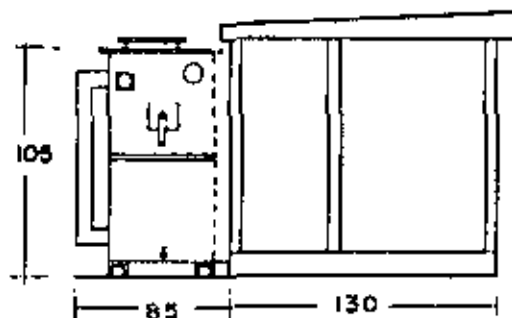
INTEMPERIE

POSTERIOR

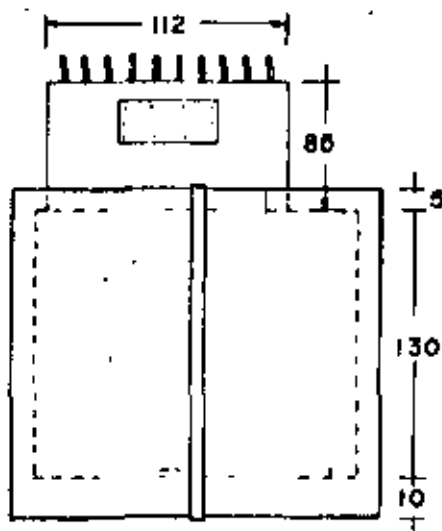
MEMORIA DESCRIPTIVA



FRENTE



LATERAL



PLANTA

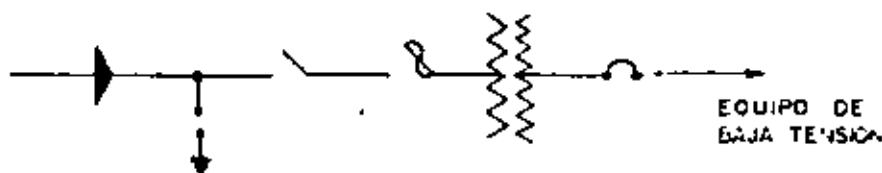


DIAGRAMA UNIFILAR

MODELO MECSAPAQ

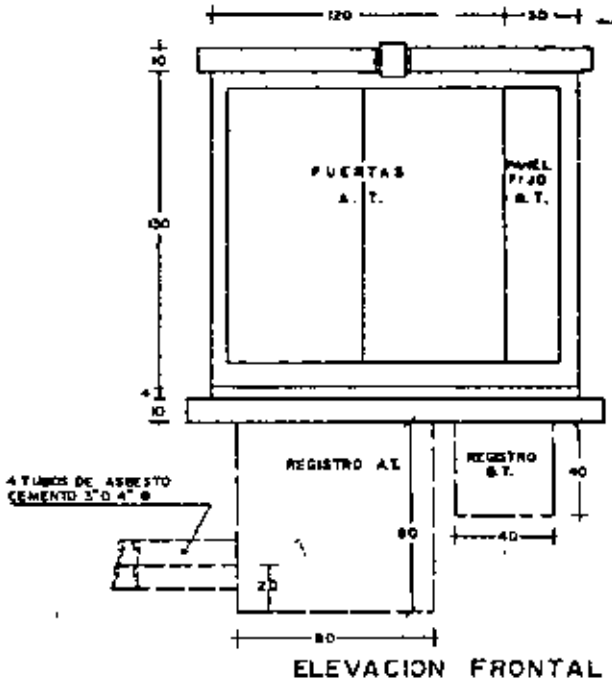
ACOTACIONES EN CENTIMETROS

SERVICIO

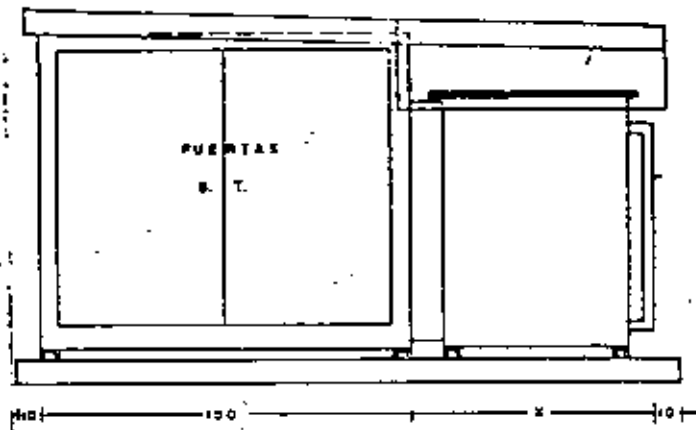
TRANSFORMADOR

INTEMPERIE

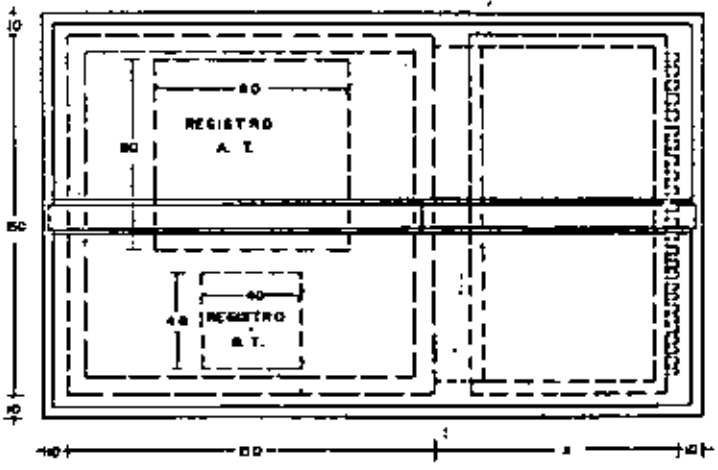
POSTERIOR



ELEVACION FRONTAL



ELEVACION LATERAL



PLANTA

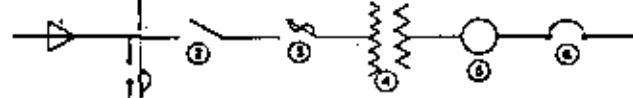


DIAGRAMA UNIFILAR

MATERIAL Y EQUIPO

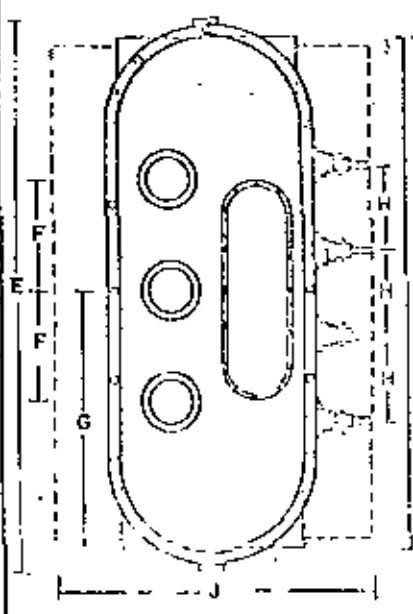
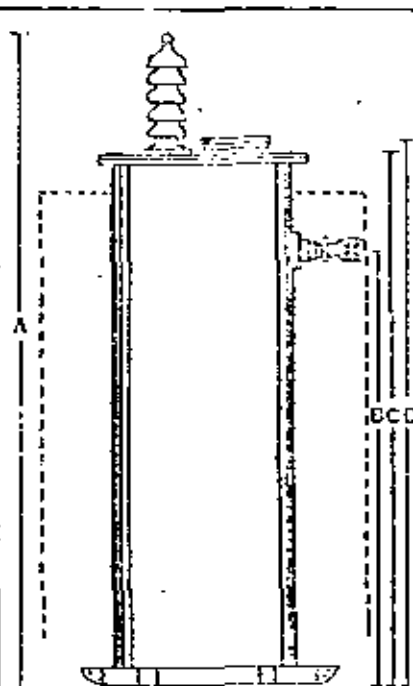
1. APARTARRAYOS PARA 25 KV
2. JUEGO DE CUCHILLAS TRIPOLARES OPERACION EN GRUPO SIN CARGA 25 KV 400 AMPERES
3. FUSIBLES MARCA SIEMENS 20/23KV
4. TRANSFORMADOR MARCA MECSPA 20/23 KV 220/127 VOLTS.
5. EQUIPO DE MEDICION EN BAJA TENSION
6. TERMOMAGNETICO

DIMENSIONES DE X Y CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO		
KVA	X	TERMINA (NETICO)
150	76	3x200A
75	69	3x200A
50	70	3x200A
40	69	3x200A
30	67	3x125A
ACOT. EN CM.		

	<b>SUBESTACION MECSPA O</b> <b>R- 25 KV</b>	<b>R.G. - 170</b> <b>12 / 2 / 72</b>
--	--	---

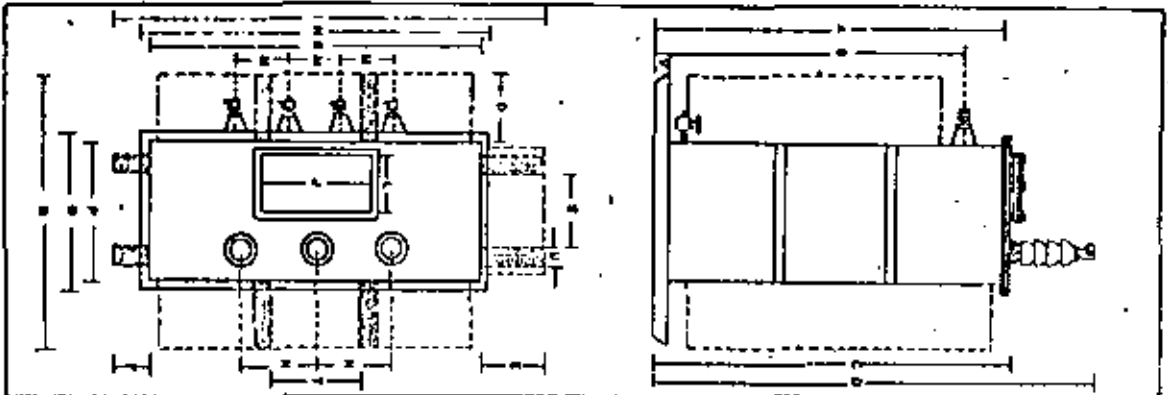
**DIMENSIONES DE TRANSFORMADORES  
TRIFASICOS PARA 50/60 HZ.  
TIPO TANQUE OVALADO**

MANUFACTURAS ELECTRICAS CAJARENA S.A.



KVA	ALTA TENSION			BAJA TENSION		DIMENSIONES APROXIMADAS EN C.M.S.										LITROS DE ACEITE	PESO APROX. KG
	KV	CONEX	DERIVACIONES	VOLTS	CONEX	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
5	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	220/127	ESTRELLA	101	593	68.5	72.5	67	18.5	29	8	56	47	50	290
10	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	220/127	ESTRELLA	102	603	67.5	71.5	75	20	32	8	64	51	70	250
15	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	109.5	675	76.5	80.5	78	23	33.5	8.5	67	52	80	300
20	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	108	66	73	77	83	23	36	8.5	72	53	85	320
25	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	111.5	695	76.5	80.5	84	23	36.5	8.5	73	54	110	350
30	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	109.5	625	75.5	79.5	88	23	38.5	8.5	77	56	110	370
45	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	112.5	70.5	77.5	81.5	95	23	40.5	8.5	81	57	130	400
50	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	117	74	82	86	100	23	43	10.5	86	58	150	450
60	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	124	81	89	93	107	24	40.5	10	81	62	161	500
75	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	125	81	89	93	113	23	42.5	10.5	87	60	180	500
	23/20	DELTA	± 2 de 2.5/2.87%	220/127	ESTRELLA	115.5	94	103	107	133	21	43.5	10.5	87	62	210	520
100	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	123	83	91	97	120	23	47	11	93	63	210	550
	23/20	DELTA	± 2 de 2.5/2.87%	440/220/127	ESTRELLA	121.5	97	107	113	130	25	48	12	103	67	240	580
125	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	129	87	96	102	126	24	50	12	108	67	250	600
150	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	140	96	105	111	123	23	53.5	12	117	69	300	650
	23/20	DELTA	± 2 de 2.5 %	220/127	ESTRELLA	138.5	110	120	126	139	24	56.5	12	117	74	350	650
200	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	147	102	111	117	130	24	57	12.5	118	74	380	700





DIMENSIONES APROXIMADAS EN CENTIMETROS		DISEÑOS DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS PARA TANQUE RECTANGULAR					INDUSTRIAL ELECTRICAL COMPANY S. A.				
		200	225	250	300	500					
KVA	200	225	250	300	500						
KV	6.9	13.8	13.8	13.8	13.8						
CONCRETO	DELTA / DELTA	DELTA	DELTA	DELTA	DELTA						
RENDIMIENTO	98.5% (E.M.S.)	98.5%	98.5%	98.5%	98.5%						
VOLTS	22000 / 22000	22000 / 22000	22000 / 22000	22000 / 22000	22000 / 22000						
CONDICION	ESTERILIZADO	ESTERILIZADO	ESTERILIZADO	ESTERILIZADO	ESTERILIZADO						
A	161	171	181	191	201						
B	118	121	124	127	130						
C	100	101	102	103	104						
D	114.8	116	117	118	119						
E	14	14	14	14	14						
F	14	14	14	14	14						
G	118	118	118	118	118						
H	182.5	182.5	182.5	182.5	182.5						
I	144	144	144	144	144						
J	40	40	40	40	40						
K	28	28	28	28	28						
L	17	17	17	17	17						
M	18	18	18	18	18						
N	28	28	28	28	28						
O	28	28	28	28	28						
P	28	28	28	28	28						
Q	28	28	28	28	28						
R	28	28	28	28	28						
S	28	28	28	28	28						
T	28	28	28	28	28						
U	28	28	28	28	28						
V	28	28	28	28	28						
ESTADO DE HECHO	220	211	224	238	250						
ESTADO DE HECHO	1850	1850	1850	1850	1850						

R. V. A.	150	
R. V.	ATA	RE/30
COMISION	RE/TA	RE/TA
APPROXIMACIONES	200.25.70	200.25.70
VOLTA	110/117	110/117
CONEXION	ESTRELLA	ESTRELLA
A	20	20
B	181	135
C	181	212
D	84	84
E	87	81
F	130	150
G	120	100
H	181	181
I	181	181
J	181	181
K	181	181
L	181	181
M	181	181
N	181	181
O	181	181
P	181	181
Q	181	181
R	181	181
S	181	181
T	181	181
U	181	181
V	181	181
W	181	181
X	181	181
Y	181	181
Z	181	181
Lb. DE ACEITE	3.70	3.70
PESO APROX. RL	1.800	1.800

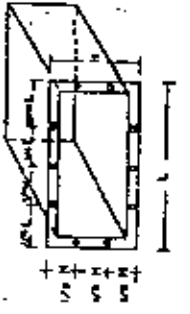
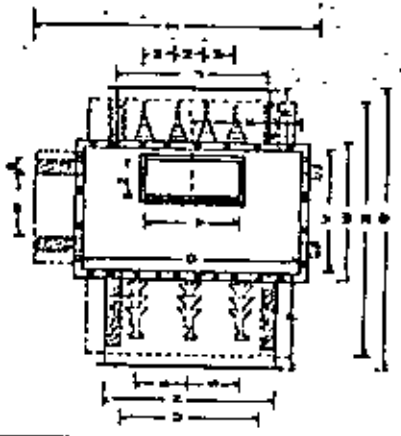
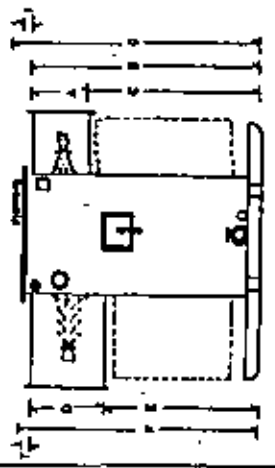


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

DIMENSIONES DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS PARA 50/60 Hz CON GARGANTAS LATERALES EN AT. y BT.										MANUFACTURER ELECTRO-CANADIAN S.A.	
200		250		300		500		750		1000	
DELTA	ESTRELLA	DELTA	ESTRELLA	DELTA	ESTRELLA	DELTA	ESTRELLA	DELTA	ESTRELLA	DELTA	ESTRELLA
13.2	287/20	13.2	287/20	13.2	287/20	13.2	287/20	13.2	287/20	13.2	287/20
14.7	317	14.7	317	14.7	317	14.7	317	14.7	317	14.7	317
16.5	37	16.5	37	16.5	37	16.5	37	16.5	37	16.5	37
18.2	40	18.2	40	18.2	40	18.2	40	18.2	40	18.2	40
20	47	20	47	20	47	20	47	20	47	20	47
22	54	22	54	22	54	22	54	22	54	22	54
24	61	24	61	24	61	24	61	24	61	24	61
26	68	26	68	26	68	26	68	26	68	26	68
28	75	28	75	28	75	28	75	28	75	28	75
30	82	30	82	30	82	30	82	30	82	30	82
32	89	32	89	32	89	32	89	32	89	32	89
34	96	34	96	34	96	34	96	34	96	34	96
36	103	36	103	36	103	36	103	36	103	36	103
38	110	38	110	38	110	38	110	38	110	38	110
40	117	40	117	40	117	40	117	40	117	40	117
42	124	42	124	42	124	42	124	42	124	42	124
44	131	44	131	44	131	44	131	44	131	44	131
46	138	46	138	46	138	46	138	46	138	46	138
48	145	48	145	48	145	48	145	48	145	48	145
50	152	50	152	50	152	50	152	50	152	50	152
52	159	52	159	52	159	52	159	52	159	52	159
54	166	54	166	54	166	54	166	54	166	54	166
56	173	56	173	56	173	56	173	56	173	56	173
58	180	58	180	58	180	58	180	58	180	58	180
60	187	60	187	60	187	60	187	60	187	60	187
62	194	62	194	62	194	62	194	62	194	62	194
64	201	64	201	64	201	64	201	64	201	64	201
66	208	66	208	66	208	66	208	66	208	66	208
68	215	68	215	68	215	68	215	68	215	68	215
70	222	70	222	70	222	70	222	70	222	70	222
72	229	72	229	72	229	72	229	72	229	72	229
74	236	74	236	74	236	74	236	74	236	74	236
76	243	76	243	76	243	76	243	76	243	76	243
78	250	78	250	78	250	78	250	78	250	78	250
80	257	80	257	80	257	80	257	80	257	80	257
82	264	82	264	82	264	82	264	82	264	82	264
84	271	84	271	84	271	84	271	84	271	84	271
86	278	86	278	86	278	86	278	86	278	86	278
88	285	88	285	88	285	88	285	88	285	88	285
90	292	90	292	90	292	90	292	90	292	90	292
92	299	92	299	92	299	92	299	92	299	92	299
94	306	94	306	94	306	94	306	94	306	94	306
96	313	96	313	96	313	96	313	96	313	96	313
98	320	98	320	98	320	98	320	98	320	98	320
100	327	100	327	100	327	100	327	100	327	100	327
102	334	102	334	102	334	102	334	102	334	102	334
104	341	104	341	104	341	104	341	104	341	104	341
106	348	106	348	106	348	106	348	106	348	106	348
108	355	108	355	108	355	108	355	108	355	108	355
110	362	110	362	110	362	110	362	110	362	110	362
112	369	112	369	112	369	112	369	112	369	112	369
114	376	114	376	114	376	114	376	114	376	114	376
116	383	116	383	116	383	116	383	116	383	116	383
118	390	118	390	118	390	118	390	118	390	118	390
120	397	120	397	120	397	120	397	120	397	120	397
122	404	122	404	122	404	122	404	122	404	122	404
124	411	124	411	124	411	124	411	124	411	124	411
126	418	126	418	126	418	126	418	126	418	126	418
128	425	128	425	128	425	128	425	128	425	128	425
130	432	130	432	130	432	130	432	130	432	130	432
132	439	132	439	132	439	132	439	132	439	132	439
134	446	134	446	134	446	134	446	134	446	134	446
136	453	136	453	136	453	136	453	136	453	136	453
138	460	138	460	138	460	138	460	138	460	138	460
140	467	140	467	140	467	140	467	140	467	140	467
142	474	142	474	142	474	142	474	142	474	142	474
144	481	144	481	144	481	144	481	144	481	144	481
146	488	146	488	146	488	146	488	146	488	146	488
148	495	148	495	148	495	148	495	148	495	148	495
150	502	150	502	150	502	150	502	150	502	150	502
152	509	152	509	152	509	152	509	152	509	152	509
154	516	154	516	154	516	154	516	154	516	154	516
156	523	156	523	156	523	156	523	156	523	156	523
158	530	158	530	158	530	158	530	158	530	158	530
160	537	160	537	160	537	160	537	160	537	160	537
162	544	162	544	162	544	162	544	162	544	162	544
164	551	164	551	164	551	164	551	164	551	164	551
166	558	166	558	166	558	166	558	166	558	166	558
168	565	168	565	168	565	168	565	168	565	168	565
170	572	170	572	170	572	170	572	170	572	170	572
172	579	172	579	172	579	172	579	172	579	172	579
174	586	174	586	174	586	174	586	174	586	174	586
176	593	176	593	176	593	176	593	176	593	176	593
178	600	178	600	178	600	178	600	178	600	178	600
180	607	180	607	180	607	180	607	180	607	180	607
182	614	182	614	182	614	182	614	182	614	182	614
184	621	184	621	184	621	184	621	184	621	184	621
186	628	186	628	186	628	186	628	186	628	186	628
188	635	188	635	188	635	188	635	188	635	188	635
190	642	190	642	190	642	190	642	190	642	190	642
192	649	192	649	192	649	192	649	192	649	192	649
194	656	194	656	194	656	194	656	194	656	194	656
196	663	196	663	196	663	196	663	196	663	196	663
198	670	198	670	198	670	198	670	198	670	198	670
200	677	200	677	200	677	200	677	200	677	200	677

1000

1000

1000

1000

TABLA PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD MAXIMA EN AMPERES POR FASE A QUE DEBE SUJETARSE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION PARA LIBERAR DE SOBRE CARGAS EL CIRCUITO PRIMARIO DE BANCOS TRIFASICOS DE TRANSFORMACION.

K.V.A. del BANCO	2 400 volts.		4 160 volts.		6 900 volts.		11 500 volts.		13 200 volts.		27 000 volts.		33 000 volts.		44 000 volts.	
	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.
4.5	1.08	3	0.63	1.5	0.38	1	0.23	1	0.20	1						
7.5	1.80	3	1.04	2	0.63	1.5	0.38	1	0.33	1	0.20	1				
9	2.17	5	1.25	3	0.75	1.5	0.45	1	0.39	1	0.24	1	0.16	1		
10	2.41	5	1.39	3	0.84	2	0.50	1	0.44	1	0.26	1	0.17	1		
15	3.61	7	2.08	5	1.26	3	0.75	1.5	0.66	1.5	0.39	1	0.26	1	0.20	1
22.5	5.41	10	3.12	7	1.88	5	1.13	2	0.98	2	0.59	1.5	0.39	1	0.30	1
25	6.01	15	3.47	7	2.09	5	1.26	3	1.09	2	0.66	1.5	0.44	1	0.33	1
30	7.22	15	4.16	10	2.51	5	1.51	3	1.81	3	0.79	2	0.52	1	0.39	1
37.5	9.02	15	5.20	10	3.14	7	1.88	5	1.64	5	0.98	2	0.66	1.5	0.49	1
45	10.83	20	6.25	15	3.77	7	2.26	5	1.97	5	1.18	3	0.79	2	0.59	1.5
50	12.03	25	6.94	15	4.18	10	2.51	5	2.19	5	1.31	3	0.87	2	0.65	1.5
75	18.04	30	10.41	20	6.28	10	3.77	7	3.28	7	1.97	5	1.31	3	0.98	2
100	24.06	40	13.88	25	8.37	15	5.02	10	4.37	10	2.62	5	1.75	5	1.31	3
112.5	27.06	40	15.61	25	9.41	15	5.65	10	4.92	10	2.95	7	1.97	5	1.48	3
150	36.08	50	20.82	30	12.55	20	7.53	15	6.56	15	3.94	7	2.62	5	1.97	5
200	48.11	65	27.76	40	16.73	25	10.04	20	8.75	15	5.25	10	3.50	7	2.62	5
225	54.13	80	31.23	50	18.83	30	11.29	20	9.84	20	5.90	10	3.94	7	2.95	7
300	72.17	100	41.64	65	25.10	40	15.06	25	13.12	20	7.87	15	5.25	10	3.94	7
450			62.45	80	37.65	50	22.59	30	19.68	30	11.81	20	7.87	15	5.90	10
500			69.40	100	43.84	65	25.10	40	21.87	40	13.12	20	8.75	15	5.56	15
690					57.74	80	34.64	40	30.18	50	18.11	30	12.07	20	9.05	15
750					62.76	80	37.65	50	32.80	50	19.68	30	13.12	20	9.84	20
1 000							50.70	65	43.74	65	26.24	40	17.50	25	13.12	20
1 500							75.31	100	65.61	100	39.36	50	26.24	40	19.68	30
2 000											52.49	65	35.00	50	26.24	40

A.P.C. = AMPERES A PLENA CARGA DEL BANCO DE TRANSFORMACION.  
A.D. = AMPERES DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION.

PARA BANCOS CUYA CORRIENTE PRIMARIA SEA SUPERIOR A LAS INDICADAS EN ESTA TABLA, LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION CORRESPONDIENTES, DEBERAN SUJETARSE AL 125 % DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL PROPIO BANCO COMO MAXIMO.



centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



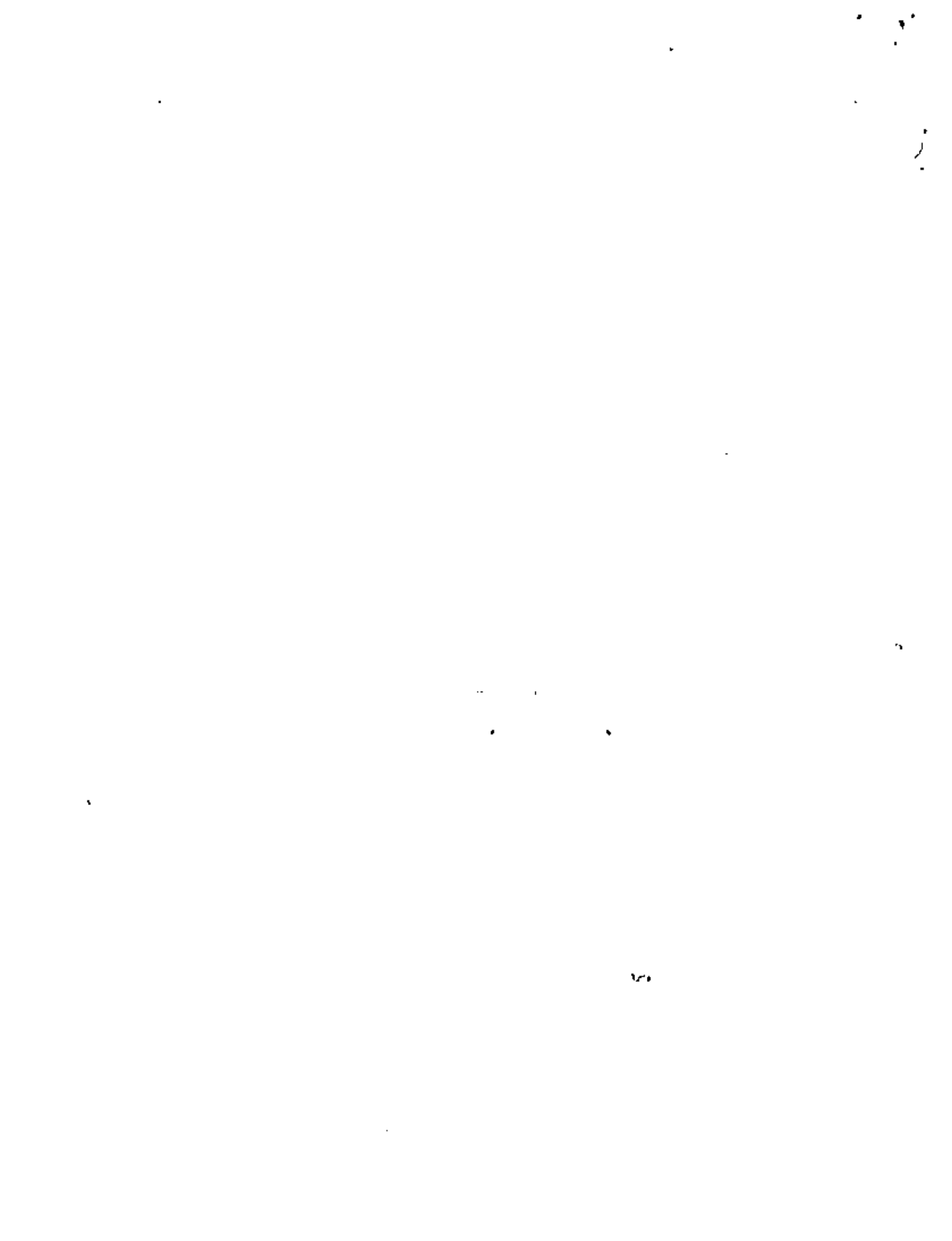
INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

PLANTAS ELECTROGENAS

- 1a. Su utilización
- 2a. Componentes
- 3a. Selección

ING. SERGIO ORDÓÑEZ LEZAMA

3 *Ord.* OCTUBRE, 1980



# I PLANTAS ELECTROGENAS

## 1.- SU UTILIZACION

De acuerdo con la forma de operar de las plantas eléctricas, éstas pueden dividirse en tres grupos:

- a) Plantas de Emergencia
- b) Plantas de Servicio Continuo
- c) Sistemas de Servicio Ininterrumpible de Potencia (UPS)

### a) PLANTAS ELECTRICAS DE EMERGENCIA

Como su nombre lo indica, el suministro de energía eléctrica en algunos casos, es indispensable para afrontar condiciones de falla y peligro, ya sea porque se pierda o dañe una producción determinada o porque se pongan en peligro vidas, otros bienes, etc.

En el caso de hospitales u otras aplicaciones en que se amenaza la vida humana, pueden considerarse las plantas de emergencia como un Salvavidas. De aquí la importancia de poner una gran atención no solo a la buena selección, adquisición e instalación de la misma, sino mantener con gran acuciosidad y esmero todas las características que aseguren su buena operación.

Una planta de emergencia esta diseñada para operar durante períodos relativamente cortos, ya que se supone que el suministro general de energía eléctrica, se hace cargo de la demanda normal y solamente al fallar ésta, se requiere un sustituto para algunas cargas y, por consiguiente, en lugares con buen suministro eléctrico, una planta de emergencia llega a operar solo unas cuantas horas por año, aún sumándole los tiempos de ejercitación semanal que se aconsejan.

13-XI-79

En otras ocasiones, la operación es más intensa, pero aún así, el diseño de una planta de emergencia es básicamente diferente a la de servicio continuo.

b) PLANTAS DE SERVICIO CONTINUO

En términos generales, las plantas de servicio continuo, son aquellas que suministran energía eléctrica para:

- a) venta y distribución del fluido
- b) accionar equipos eléctricos particulares en lugares donde no existe el suministro público o éste es deficiente, insuficiente o de diferentes características a las que requieren.

Para las primeras que se citan, generalmente se requieren estudios y características muy especiales y complejos, ya que la venta y distribución de energía, están sujetos a una serie de normas y requerimientos gubernamentales para asegurar, no solo la continuidad y suficiencia del servicio, sino la buena calidad del mismo y detalles que en el presente estudio sería imposible agotar, sin embargo, al describir las segundas, se esbozan algunas características y estudios que, para el primer caso sería necesario ampliar.

Una planta de servicio continuo es aquella en que la operación de la misma se requiere por un período largo, ya sea a plena carga o parcialmente y, dependiendo de esto, las condiciones del calentamiento y desgasta del motor primo, así como, el consumo y aprovechamiento de combustible o energía mecánica, deben estudiarse en forma particular.

Aquí la característica COSTO DE GENERACION/KILO WATT-HORA, tiene una influencia importante en la selección del equipo.

El costo de generación depende del costo de combustibles, vapor, etc., que se consuman y del costo de operación, mantenimiento, reparación, así como, de la amortización del equipo; por lo que, un balance entre éstos, permite escoger aquel que dé las condiciones más económicas y funcionales.



c) SISTEMA DE SERVICIO ININTERRUMPIBLE DE POTENCIA (UPS)

Este es un sistema de generación eléctrica de servicio constante que combina las características de una planta de emergencia y sistema normal de suministro eléctrico.

El objetivo principal de estos sistemas es que, en ningún momento desaparezca el suministro eléctrico en la carga, aún cuando falle la fuente que los abastece.

Estos requerimientos generalmente se presentan en cargas menores muy especiales como: instrumental médico, aeropuertos, computadoras, plantas químicas, comunicaciones, etc.

Existen varias formas de hacerlo, dependiendo de la capacidad principalmente:

- a) CA - CD dependiente de batería (alumbrado de emergencia).
- b) Sistema de M - G con volante.
- c) Sistema M - G volante y motor primo.
- d) Conversión - Batería - Inversión.
- e) Generación Continua, con suministro Normal como Emergencia.

Posteriormente se analizan estos sistemas con mas detalle.

2.- COMPONENTES

UNA PLANTA ELECTRICA, consta de las siguientes partes principales:

- a) Motor primo,

- b) Generador,
- c) Controles e Interruptor General,
- d) Interruptor de Transferencia o doble tiro (Planta de Emergencia) y
- e) Accesorios.

a) El Motor Primo puede ser cualquier elemento que entregue energía mecánica adecuada al generador, pero entre los principales, para el presente trabajo, consideramos los siguientes con fines de emergencia:

Motor a gasolina

Motor diesel

Motor a gas

Turbina de gases

b) El Generador Eléctrico es, generalmente, un alternador de 2, 4 ó 6 polos, dependiendo de la velocidad es cogida para la mejor operación del motor primo.

En motores a gasolina, con potencias relativamente bajas, comunmente se usa una velocidad de operación de 3000 a 3600 RPM (50 ó 60 Hz, respectivamente), o sea la velocidad síncrona correspondiente a un generador de 2 polos.

En el caso de turbinas de gases y, dada su alta velocidad de operación, también se usan generadores de 2 polos.

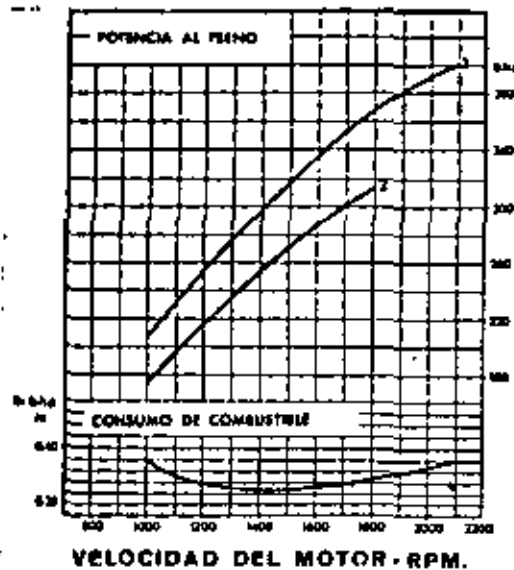
La potencia en este último caso, es relativamente alta.

En aplicación para equipos de aviación, generalmente se usa frecuencia de 400 Hz o sean 24000 RPM con 2 polos, 12000 RPM con generadores de 4 polos, 8000 con 6 polos, etc.

Esto permite el uso de equipo mas compacto.

En aplicaciones de motor diesel, la velocidad común es de 1500 - 1800 RPM o sean 4 polos en el generador, pero para aplicaciones de servicio continuo, se recomienda el uso de generadores de 6 u 8 polos, o sean 1000 - 1200 RPM ó 750 - 900 RPM respectivamente, para que el desgaste de sus elementos se reduzca en proporción y la vida útil de la máquina se prolongue. Esto, sin embargo, repercute es una pérdida casi linealmente proporcional de la potencia del motor.

### CARACTERISTICAS DE MOTORES



Por lo mismo, debe tenerse especial cuidado en la selección del equipo, para que corresponda a la mejor inversión, de acuerdo con su aplicación.

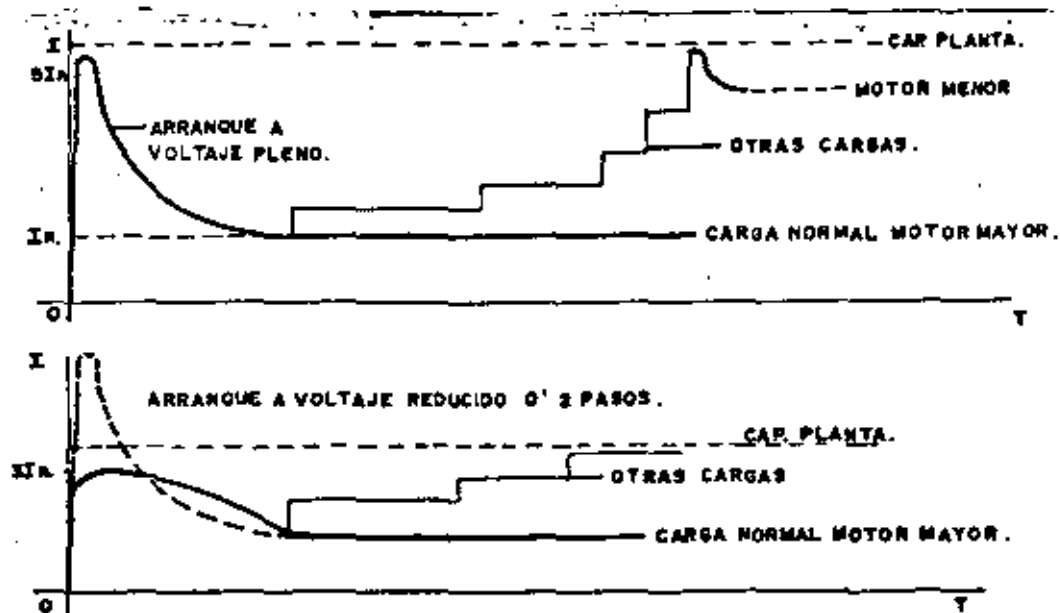
También cabe señalar que, a igualdad de velocidad, la potencia que se le puede sacar a una máquina en servicio continuo es entre 85% y 90% de la correspondiente a aplicaciones de emergencia o con cargas intermitentes, dado que, el calentamiento y desgaste por períodos prolongados, reduce considerablemente la vida del motor.

En el caso de motores a gas, su selección depende de la potencia y de otras características, pudiendo usarse motores de ciclo Otto, o sea, con encendido eléctrico por bujías o de ciclo Diesel, o sea, enriqueciendo la mezcla aire - combustible, en cuyo caso, el encendido sigue haciéndose con la inyección de combustible líquido en la cabeza de los cilindros.

### 3.- SELECCION

El punto de partida para seleccionar un motor de combustión interna, es definir la potencia útil que se va a necesitar y en las circunstancias y condiciones del lugar de trabajo.

La potencia eléctrica que necesitaremos, a su vez, es la suma de las cargas totales, más la correspondiente al arranque de motores, dependiendo ésto, del tipo de arrancador empleado y del propio motor, el cual toma aproximadamente 5 veces la corriente nominal, según el tipo.



Una vez analizado el valor y la secuencia de arranque de los motores mas grandes, se verá cual es la potencia requerida en el generador y la que comercialmente se fabrica.

Para evaluar la potencia en la flecha a partir de la potencia eléctrica (en los cables de salida), debe considerarse la eficiencia del generador, que generalmente está entre 95% y 85% y esto ya nos puede llevar a calcular la potencia requerida en la flecha del motor.

$$HP = \frac{KW}{0.85 \times 0.746}$$

A su vez, la potencia en HP en la flecha del motor puede calcularse partiendo de las curvas de comportamiento del motor y a la velocidad en que va a trabajar.

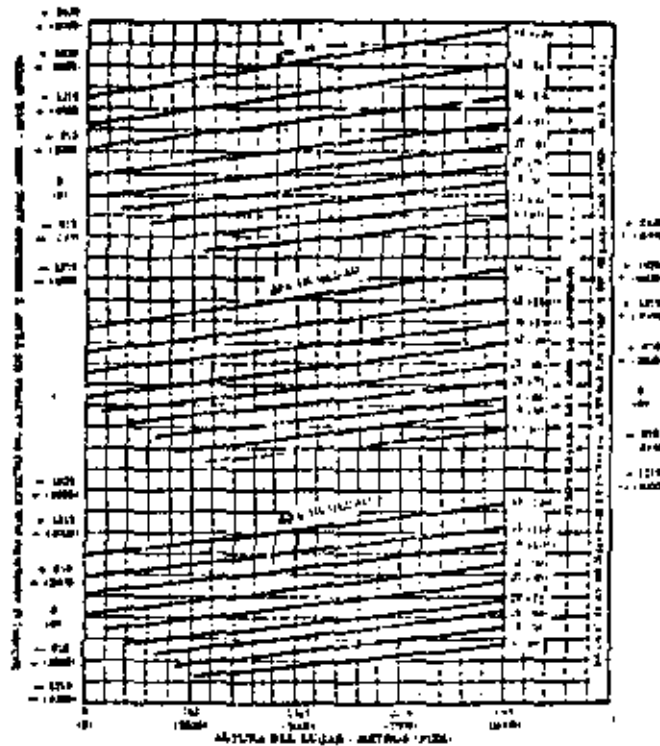
A esto deberán deducirse las pérdidas por altitud en el lugar de trabajo a razón de aproximadamente 1% por cada 100 m.s.n.m., si es de aspiración natural, o menos, si tiene la ayuda de un turboalimentador compensador, en cuyo caso puede reducirse esta pérdida, según su propio diseño.

A esta potencia todavía deben hacerse deducciones por:

- Consumo en HP del ventilador,
- Pérdidas en el escape,
- Pérdidas en bombas y ventiladores u otros equipos auxiliares, como: Radiador, intercambiador de calor, torre de enfriamiento, etc.,
- Pérdida por temperatura ambiente,
- Arriba de 15°C se pierden aproximadamente 1% por cada 6°C.

La humedad relativa del aire influye igualmente teniendo que recurrirse a tablas de comportamiento para su ajuste.

GRÁFICA QUE ILUSTRÁ LA CORRECCIÓN PARA LA ALTURA EN EL LUGAR DE PRUEBA PARA OBTENER LA TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AIRE DE ADMISIÓN



## GENERADOR

En cuanto al generador, el primer punto de partida es escoger la capacidad en KVA del generador, de acuerdo con la frecuencia necesaria y la velocidad y potencia en KW correspondientes del motor de combustión interna.

Generalmente el factor de potencia es 0.8, que es el diseño normal.

También es necesario conocer la altitud de trabajo, ya que a mayor altitud se pierde ventilación, o sea, disipación del calor motivado por las pérdidas, y por lo tanto, disponibilidad de potencia efectiva.

Cabe mencionar, que a un factor de potencia menor de 0.8, puede sobrecargarse el generador sin que el motor se "siente".

Ejemplo:

	HP	KW	KVA	FP	A	% Carga Eléctrica	% Efecto Joule
Normal	150	100	125	0.8	327.5	100	100
Bajo FP	150	100	200	0.5	524	160	<u>256</u>

Con 0.5 FP, siendo igual la potencia mecánica del motor (150 HP) la carga reactiva del generador provoca un calentamiento en sus devanados de 256% o sea, con peligro de quemar los devanados.

Claro está que un Interruptor adecuado limitaría esa carga anormal, pero debe tomarse el FP en cuenta y corregirse en su caso.

## I N T E R R U P T O R

Desde luego, para evitar el problema de sobrecarga, el Interruptor debe ser escogido de acuerdo con la carga máxima del generador a  $FP = 0.8$ .

Aquí la protección contra circuito corto, debe revisarse únicamente para la capacidad interruptiva, de acuerdo con la impedancia del sistema.

## C O N T R O L E S

Los controles de la planta pueden ser muy sencillos o llegar a un grado de sofisticación exagerado, pero nos limitaremos a tomar en cuenta lo recomendable.

Primeramente deben considerarse Vóltmetro, Ampérmetro y Frecuencímetro, como unidades elementales para conocer el funcionamiento del equipo y los límites dentro de los cuales puede trabajar, tanto la máquina generadora como el equipo eléctrico que alimenta.

Un Wattmetro no es indispensable si la máquina trabaja individualmente, pero es esencial si se va a poner a trabajar en paralelo con otra máquina o con la red de suministro.

Para operación en paralelo de máquina, se requiere además, una serie de dispositivos automáticos o manuales para sincronización como: ménsula con sincros copio o luces de sincronización, vóltmetros dobles, frecuencímetros dobles, y de preferencia, control remoto de velocidad de motores diesel y de interruptores generales.

El Contador de Horas es necesario para llevar un control de mantenimiento del equipo.

Para la protección del motor primo, es necesario contar con indicadores visuales de presión de aceite, temperatura de la máquina y carga de baterías, pero mejor aún, es contar con dispositivos automáticos de paro del motor por falla, o sea, cuando la temperatura del motor o la presión del aceite están fuera de sus límites recomendables, éstos deben actuar y dejar alguna indicación de la causa y de ser necesario, también sonar una alarma.

En máquinas de arranque y paro automático, además de lo anterior, es necesario un dispositivo programador de arranques de la marcha con intervalos de 4 ó 5 segundos, para evitar que la batería se descargue o se dañe antes de lograr el arranque.

En estos casos es necesario contar con un relé de tiempo para diferir el inicio de arranque cuando falta el suministro eléctrico momentáneamente y vuelve normal.

Entre 3 y 5 segundos es tiempo suficiente para cerciorarse de ello, pero en casos especiales puede disminuirse o aumentarse.



El control que ordena el arranque de la planta de emergencia es un relé sensitivo de voltaje, preferentemente trifásico, con ajustes generalmente a 80% y 120% del voltaje normal.

Para el paro de la máquina, cuando el suministro normal ha regresado, se requiere también un relé de tiempo para diferir el retorno de la carga al servicio normal y ésto pueda hacerse en dos formas:

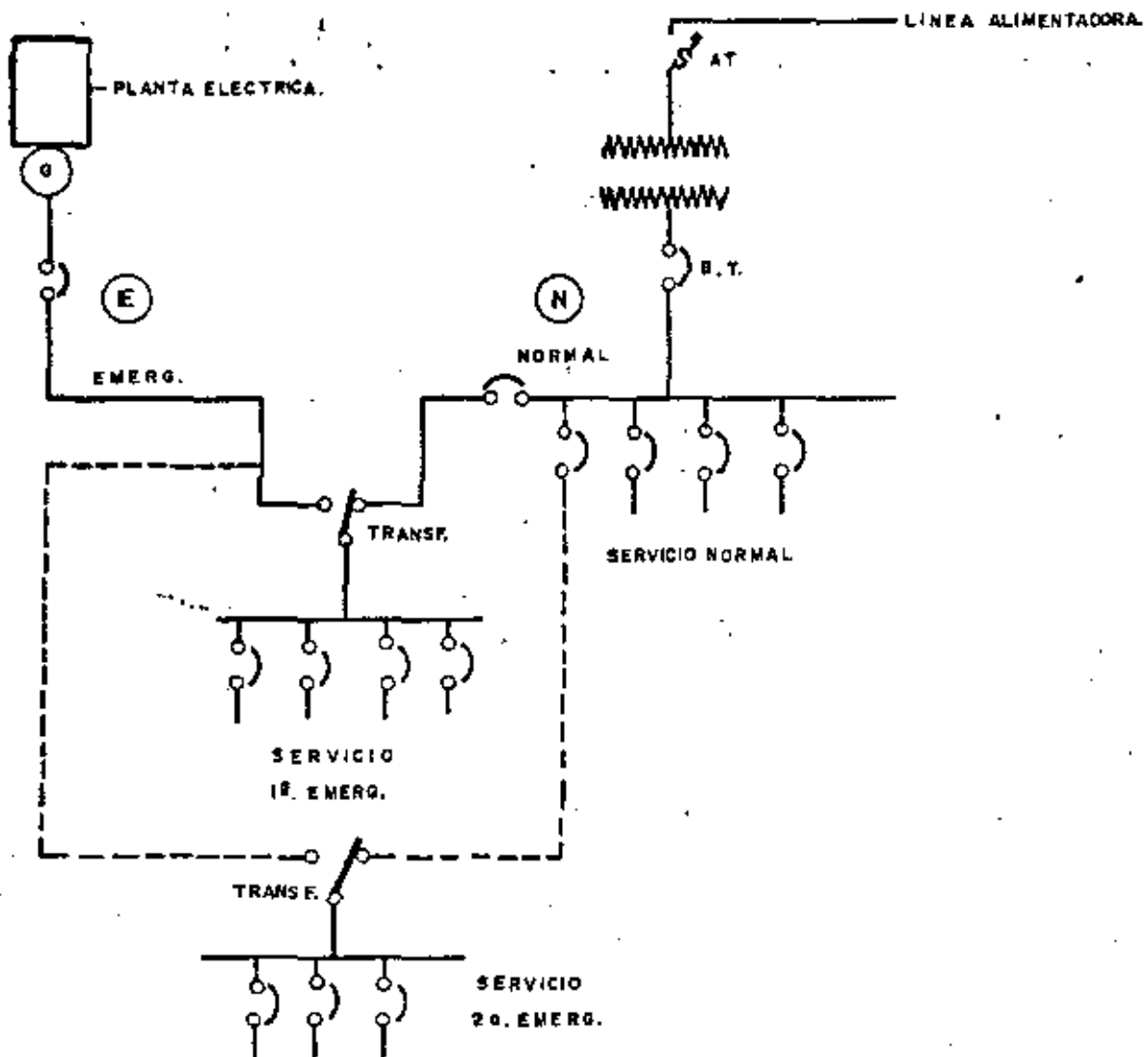
- 1a. Dejar que la máquina trabaje de 1 a 10 minutos antes de que transfiera la carga al servicio normal y pare al momento de hacerlo.

Esto, además asegura que en una operación corta, la batería alcance a recargarse, si es que no existe cargador adicional, sino únicamente mantenedor de carga.

- 2a. Dejar que la máquina trabaje con carga los mismos 1 a 10 minutos aproximadamente, haga la transferencia de ésta y siga en vacío otros 3 ó 5 minutos para enfriar el motor primo, principalmente cuando la carga es de 60% o más de la capacidad.

### INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA O DOBLE TIRO

Quando una carga eléctrica se alimenta alternadamente de un suministro Normal o de Emergencia, si falla el Normal, es indispensable contar con un medio de conexión fácil, pero que, al mismo tiempo, asegure que nunca se conecte la planta de emergencia al sistema alimentador, pues puede resultar altamente peligroso para los linieros cuando la línea de suministro este siendo reparada o para el equipo por quedar en circuito corto o fuera de sincronía.



Si una planta de emergencia tiene sistema automático de arranque y paro, no se concibe que el doble tiro sea manual y por consiguiente es necesario un Interruptor Automático de Transferencia que reconozca siempre una alimentación preferente.

Existen muchos diseños de Interruptores de Transferencia, pero cabe señalar que es muy necesario escoger un equipo confiable y que requiera un mantenimiento mínimo,

pues el 100% del tiempo permanece en uso, alimentado por servicio Normal o por Emergencia.

El tiempo de transferencia automática debe ser muy corto (alrededor de 0.5 segs.) pero no menor de 8 Hz (0.13 segs.) entre abrir un circuito y cerrar el otro, para evitar un circuito corto.

## ACCESORIOS

Entre los accesorios se puede hablar de muchos equipos, pero los principales son:

- Radiador o intercambiador de calor.
- Silenciador que absorba el máximo de ruido, pero que no resuene a la velocidad normal ni provoque una contrapresión (aproximadamente 4-6" agua).
- Tubo flexible para absorber las vibraciones entre la máquina y el silenciador.
- Tubo o codo de escape con protección contra lluvia.
- Protección antichispa para lugares peligrosos.
- Bases flexibles para que no se transmitan las vibraciones al piso o estructura.
- Tanque de dfa con nivel, válvulas de paso y desfogue, respiración y válvula de flotador (en su caso).
- Bomba de trasiego.
- Batería y cables de capacidades adecuadas.
- Cargador de batería o mantenedor.
- Reloj programador para ejercitación semanal.
- Interruptores para ejercitación y mantenimiento, con o sin carga.

- Precalentadores de aire y agua.

Como se vé, la selección de un equipo para generación eléctrica de servicio continuo o emergencia, no debe dejarse en manos inexpertas y es de aconsejarse que se haga un estudio para cada caso, ya que puede considerarse que las plantas son como un traje a la medida.

Imm.

Noviembre de 1980.

Potencia: 3 de Noviembre de 1980.

Lugar: Centro de Educación Continua.

NOTAS SOBRE LA TABLA N° 1.

Cuando se desea una buena calidad del servicio eléctrico, la caída de tensión durante el arranque de motores debe restringirse a 5% o menos, más de 5%, principalmente en alumbrado incandescente, es un grave inconveniente, aunque sea poco frecuente.

En donde las fluctuaciones de luz no sean importantes puede tolerarse hasta un 25% de caída de voltaje durante el arranque de un motor, más allá de este límite, cuando hay otros arrancadores y/o contactores magnéticos y relés de bajo voltaje, podrían desconectarse con menos del 75% del voltaje de suministro.

En donde el arranque de un motor grande es el único factor para tomarse en cuenta, puede tolerarse hasta 40% de caída de voltaje.

Los tamaños de motores en HP anotados en la tabla anterior, están basados en motores código F, que toman una corriente de arranque de 5.5 veces la corriente de trabajo a plena carga.

Al arrancar por medio de compensador, debe tomarse en cuenta que el par motor se reduce a 64% con la derivación de 80% y a 42% con la derivación de 64%. Asegúrese de que estos pares son suficientes para arrancar la carga.

La potencia en HP anotada en la columna de "Arranque con Resistencia" supone que posiblemente el motor no arranca hasta que toda la resistencia este fuera y que el voltaje del generador se ha restablecido antes de comenzar a girar el motor.

NOTAS SOBRE LA TABLA N° 2.

MOTORES DE FASE PARTIDA. Toman una corriente muy alta durante el arranque. Multiplíquense por dos los valores de carga de arranque de Tabla dos.

MOTORES DE TIPO CAPACITOR. Auméntense en 25% los valores de KVA y corriente de arranque de la Tabla dos.

MOTORES TRIFASICOS. Para motores del tipo de Alto Par de Arranque, redúzcanse en 25% los valores de KVA y corriente de la Tabla dos.

MOTORES CON ROTOR DEVANADO. Los KVA de arranque son únicamente de 30 a 50% mayores que los KVA de trabajo normal.

Los valores de corriente y los KVA de arranque de la Tabla dos, son para arranque directo sobre la línea (Voltaje completo).

En donde se usa resistencia de arranque o compensador, los KVA de arranque son de 50% o menos de los indicados en la tabla.

INSTRUCTIVO DE PROYECTOS INDUSTRIALES. S. A.  
RELATIVO A SELECCION DE PLANTAS ELECTRICAS.

Fecha: \_\_\_\_\_  
Sec: TECNICA  
Hoja: T-1

Substituye a la(s) hoja(s) \_\_\_\_\_ de fecha \_\_\_\_\_

Nº 1

**TABLA 1. POTENCIA EN HP DEL MOTOR MAYOR QUE SE PUEDE ARRANCAR SIN EXCEDER UNA DETERMINADA C. DE VOLT.**

GENERADORES COMPACTOS.		5% DE CAIDA DE VOLTAJE.												20% DE CAIDA DE VOLTAJE.				40% DE CAIDA DE VOLTAJE.			
		ARRANQUE A PLENA VOLTAJE		ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON RESISTENCIA	ARRANQUE A PLENA VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON RESISTENCIA	ARRANQUE A PLENA VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR.		ARRANQUE CON RESISTENCIA							
		80%	85%	80%	85%			80%	85%			80%	85%								
KVA.	KW.																				
3.75	3	—	—	—	—	—	—	1	1.5	—	1	1.5	2	—							
4.23	3	—	—	—	—	1	1	2	2	1	2	2	3	1							
5.4	7.5	—	—	—	—	2	1.8	2	3	2	2	3	6	2							
12.5	10.0	—	—	—	—	2	1.8	2	3	2	2	3	7.5	2							
19.7	15	—	—	1	3	3	3	13	5	3	3	5	12.5	3							
28.0	20	—	—	1.5	5	3	3	5	10	5	5	10	15	5							
31.3	25	1	1.5	2	5	5	5	7.5	10	5	7.5	12.5	15	5							
37.5	30	1	1.5	2	7.5	5	10	15	15	7.5	10	15	20	7.5							
50	40	1.5	2	3	10	7.5	12.5	20	20	10	12.5	20	30	10							
62.5	50	2	3	3	12.5	10	15	25	25	12.5	15	25	30	12.5							
75	60	2	3	5	15	12.5	20	25	25	15	20	30	40	15							
93.8	75	3	3	5	20	15	20	30	30	20	25	30	50	20							
125	100	3	5	7.5	25	20	30	40	40	25	30	40	75	25							
156	125	5	7.5	10	30	25	40	40	40	30	40	40	75	30							
187	150	5	7.5	12.5	40	30	50	50	75	40	50	75	100	40							

**TABLA 2. CORRIENTE Y POTENCIA APROX. QUE TOMAN LOS MOTORES DE INDUCCION DE JAULA DE ARDILLA.**

POTENCIA A EMPL.	CARGA DURANTE EL TRABAJO.				CARGA EN EL ARRANQUE A VOLTAJE COMPLETO			
	KVA A PLENA CARGA	KVA A PLENA CARGA	AMPERES A PLENA CARGA		MOTOR MONOFASICO TIPO DE REPULSION E INDUCCION		MOTOR TRIFASICO TIPO DE PAR DE ARRANQUE NORMAL Y KVA NOMINALES DE ARRANQUE	
			MOTOR MONOFASICO	MOTOR TRIFASICO	KVA.	AMPER.	KVA.	AMPER.
1/2	.5	.8	3.5	2.1	2.8	12.5	7.7	20
1	1.0	1.4	6.5	3.7	4.5	20	12.5	33
2	1.9	2.4	11.0	6.3	9.0	41	22.5	45
3	2.8	3.7	17.0	9.7	12.5	58	17.0	45
5	4.6	6.0	27	16.8	20.0	90	28.8	78
7 1/2	6.8	9.1	37	21	28.0	140	43	112
10	8.9	11.0	50	29	37.0	187	55	144
15	13.0	15.0		39			83	220
20	17.2	20.0		52			110	290
25	21.4	24.5		64			135	352
30	25.6	29.0		78			160	420
40	33.8	39.4		105			217	570
50	42.2	47.9		128			264	690
60	50.0	58.3		156			328	850
75	62.0	71.0		196			390	1020
100	83.0	93.0		244			511	1340

NOTA. LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA 2. SON PARA 220V. PARA 115V. LOS AMPERES SERAN EL DOBLE Y PARA 440V. SERAN LA MITAD DE LOS INDICADOS.

FORMULO: \_\_\_\_\_ Vo. Sr. DEPTO. \_\_\_\_\_ APROBO: \_\_\_\_\_



centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



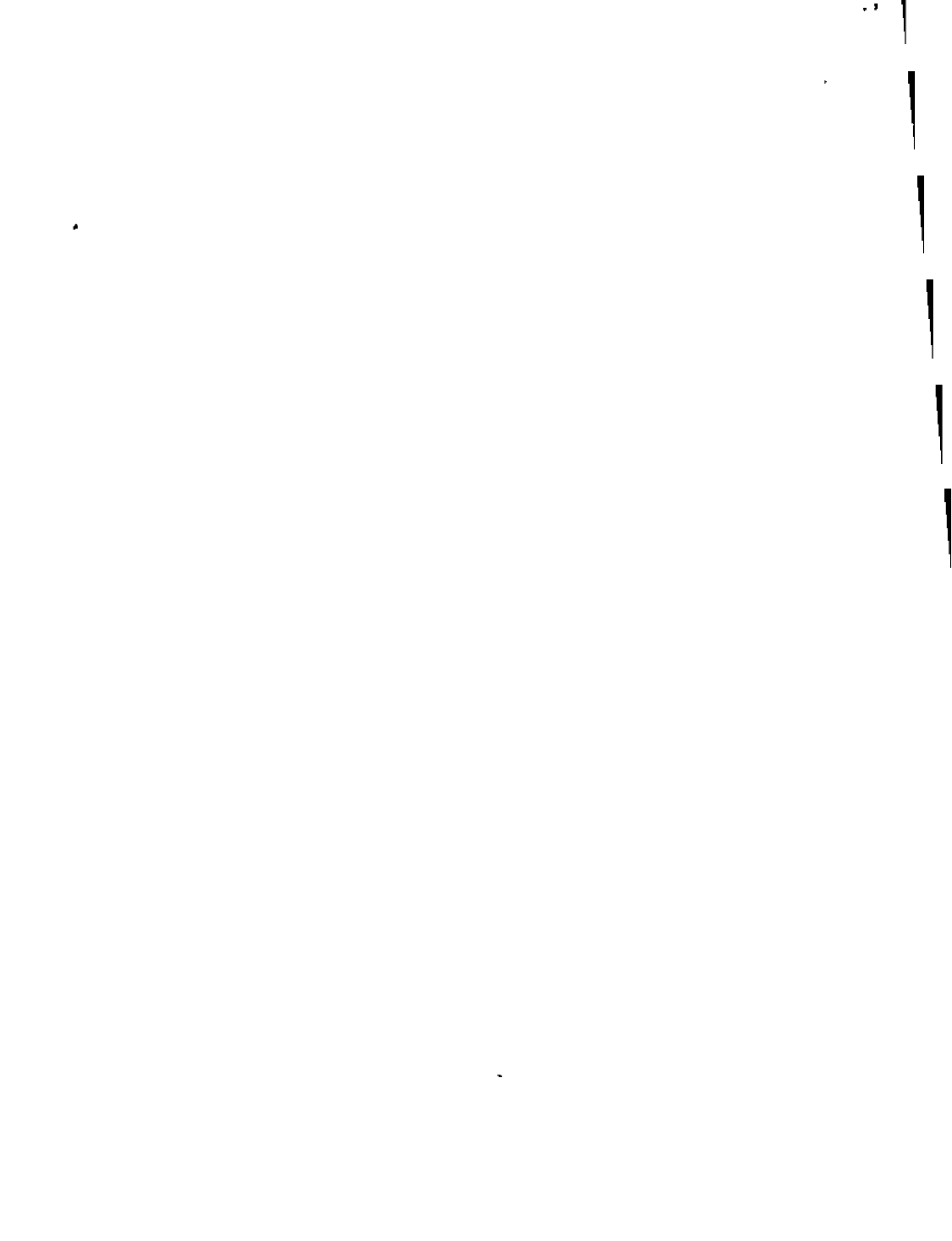
INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SUMINISTROS DE ENERGIA ELECTRICA

I

CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.

OCTUBRE, 1980





# INSTRUCCIONES DEPARTAMENTALES

## GERENCIA COMERCIAL

ASUNTO: Información necesaria para formular solicitudes en las que se requiere elaborar presupuesto (SP)

Dependencias Afectadas: Gerencia Comercial y Gerencias Técnicas

-----

A partir de la fecha de estas instrucciones los solicitantes de suministro de energía eléctrica y de otros servicios que ameriten la elaboración de presupuesto (SP) por la Sección de Presupuestos a Consumidores de la Subgerencia Comercial de Cuentas Especiales, presentarán la información que se indica a continuación según el caso:

### 1.- UNIDADES HABITACIONALES Y FRACCIONAMIENTOS

- 1.01 Escrito u oficio del interesado (original y dos copias) indicando la ubicación de la unidad, número de servicios habitacionales anotando la carga de cada uno, número de otros servicios como bombeo de agua potable, bombeo de aguas negras, centros comerciales, centros sociales, escuelas, alumbrado público y servicios de edificio, precisando el número, tipo y capacidad de lámparas y demás carga en detalle, así como la zona postal, municipio o delegación y entidad federativa.  
  
Si el proyecto consta de varias secciones, indicar las fechas programadas para la construcción de cada sección.
- 1.02 Plano de conjunto indicando si el proyecto consta de varias secciones, esc. 1:5000 (1 maduro y 3 copias).
- 1.03 Plano de vialidad, mostrando la distribución de los lotes, núcleos de casas o edificios, indicando las entradas a los mismos, esc. 1:1000 (1 maduro y 3 copias).
- 1.04 Plano de la red de alumbrado público indicando los puntos de alimentación a los circuitos, esc. 1:1000 (1 maduro y 3 copias).
- 1.05 En unidades habitacionales presentar planos de las casas y edificios en planta y elevación, con detalles de las entradas para indicar ubicación de los equipos de medición, esc. 1:500 (3 copias).
- 1.06 Planos de las redes de agua potable, gas y teléfonos en planta y corte transversal, esc. 1:1000 (1 maduro y 3 copias).  
(si se cuenta con ellos).

- 1.07 Planos de la ubicación de servicios de agua potable, aguas negras, escuela, centros comerciales y sociales, indicando zonas verdes y adoquinadas, esc. 1:1000 (1 maduro y 3 copias).  
(Si no se indicaron en el punto 1.03).
- 1.08 Los planos serán copia de los aprobados o en proceso de aprobación (presentar constancia) por las autoridades correspondientes.
- 1.09 Nombre, dirección y teléfono del técnico responsable designado oficialmente para tratar los asuntos de carácter técnico relacionados con el proyecto.
- 1.10 Programa descriptivo o diagrama de barras referente a la ejecución de las obras con indicación de las etapas de construcción de guarniciones, redes de agua, de drenaje, de distribución de energía eléctrica, de alumbrado público, de teléfonos si está proyectada, de gas si está proyectada; construcción de casas y edificios y fechas de terminación y entrega a los usuarios, para cada sección del conjunto habitacional o fraccionamiento.

- Nota 1.- Los sistemas de distribución para fraccionamientos residenciales en el Distrito Federal y zona metropolitana serán de tipo subterráneo.
- Nota 2.- El cliente deberá proporcionar interruptores, fotoceldas, luminarias, lámparas, etc. para las redes de alumbrado público aéreas de circuitos convencionales.
- Nota 3.- Las copias de los planos deberán venir dobladas a tamaño carta, a excepción del maduro que no deberá tener dobleces.

2.- COLONIAS, PUEBLOS Y BARRIOS

Los ubicados dentro de la zona considerada en el Plan Valle de México y de acuerdo con el programa que presente la Gerencia de Construcción, les será indicado a los solicitantes que ya se contempla su electrificación.

- 2.01 Escrito del representante de los colonos debidamente acreditado, o del Comité de Electrificación o de la Junta de Mejoramiento Moral, Cívico y Material, (original y dos copias) indicando nombre y ubicación de la colonia, zona postal, Delegación o Municipio correspondiente y entidad federativa.
- 2.02 Constancia de legalización de la colonia (boleta predial u otra documentación expedida por autoridad competente). Presentación con carácter devolutivo de 10 títulos de propiedad correspondientes a predios ubicados en la zona por electrificar.
- 2.03 Conso de servicios indicando domicilios y número de focos y contactos de cada uno, y número total de predios ocupados y lotes baldíos.
- 2.04 Croquis o plano de la zona por electrificar lotificada y referen-

cias naturales o artificiales más importantes que faciliten su localización (3 copias).

3.- EDIFICIOS CON MAS DE 15 KW DE CARGA CONECTADA.

Requisitos Generales

- 3.01 Escrito u oficio del interesado o de su representante legal (original y dos copias) indicando la dirección del edificio, número de plantas y uso a que se vaya a destinar (residencial, oficinas, despachos, talleres, clínica, hotel, dependencia gubernamental, etc.).
- 3.02 Nombre, teléfono y dirección del ingeniero o técnico responsable de la obra facultado para tratar los asuntos de carácter técnico relativos.
- 3.03 Ubicación del edificio, anotando calles transversales, colonia o pueblo, zona postal, Municipio o Delegación y entidad federativa y, en caso de difícil localización del lugar, adjuntar un croquis mostrando la ubicación del predio donde se desean los servicios.
- 3.04 Programa de construcción descriptivo o diagrama de barras con referencia a las etapas principales de la obra (cimentación, obra negra, instalaciones, acabados y puesta en servicio).
- 3.05 Relación detallada de la carga por piso, expresada en número, tipo y capacidad en watts, de unidades de alumbrado; número y capacidad en caballos de potencia de los motores, número de contactos y número y capacidad en watts de otros aparatos referidos al servicio del edificio (elevador, bomba, alumbrado de pasillos, etc.) y a cada uno de los servicios restantes.
- 3.06 Plano arquitectónico incluyendo detalle de la entrada al edificio para definir el lugar de los equipos de medición.
- 3.07 Si se trata de un aumento de la carga conectada, además de los datos anteriores, indicar el número de cuenta y la demanda contratada. (Presentar el último recibo).

Nota 1-Para suministrar un servicio adicional o una ampliación de capacidad en el que la demanda total sea superior a 190 KW, el cliente deberá poner a disposición de la Compañía un local adecuado para dicha instalación.

Nota 2-Requisito adicional para servicios nuevos en edificios que se encuentren en alguno de los siguientes casos:

- Demanda superior a 100 KW
- Ubicados en zonas sujetas a los programas de cambio de red aérea a red subterránea, o sobre las arterias principales de la ciudad (ver plano anexo).

Compromiso escrito del propietario para proporcionar un local adecuado para alojar el equipo de la subestación propiedad de la Compañía, cuya ubicación se determinará de común acuerdo en base a la información y con nuestra Gerencia de Distribución y Transmisión.

Nota 3 Cuando el interesado designe un apoderado para trámites, la carta debe especificar las facultades que otorga el poderdante.

#### 4.- SERVICIOS INDUSTRIALES O COMERCIALES EN BAJA TENSION CON MAS DE 15 KW DE CARGA CONECTADA.

- 1.01 Escrito del interesado o su representante legal (Original y dos copias) indicando lo siguiente:
- 1.02 Dirección anotando calles transversales, colonia o pueblo, zona postal, municipio o delegación, entidad federativa y en caso de difícil localización del lugar, adjuntar croquis mostrando la ubicación del predio donde se requiere el servicio.
- 4.03 Actividad de la empresa que requiere el servicio: fábrica de plásticos; taller mecánico; laboratorio, etc.
- 4.04 Nombre, dirección y teléfono del ingeniero o técnico responsable de la obra facultado para tratar los asuntos de carácter técnico relativos.
- .05 Fechas de iniciación de las obras civiles, instalaciones, montaje de maquinaria y equipo, y puesta en servicio.
- .06 Relación detallada de la carga indicando:
  - a) Lista de motores de acuerdo a su capacidad expresada en caballos de potencia, clasificados en monofásicos y trifásicos.
  - b) Lista de lámparas, clasificadas por tipo y capacidad en watts - (fluorescentes, incandescentes, etc.)
  - c) Relación de otros aparatos fijos, indicando capacidad y número de fases, según datos de placa (hornos, calentadores, estufas - eléctricas, soldadoras, etc.).
  - d) Número de contactos.
- 4 07 Si se trata de un aumento de carga conectada, además de los datos anteriores, indicar el número de cuenta y la demanda contratada. (Presentar el último recibo).

- Nota 1 - Para suministrar un servicio adicional o una ampliación de capacidad en el que la demanda total sea superior a 190 KW, el cliente deberá poner a disposición de la Compañía un local adecuado para dicha instalación.
- Nota 2 - Requisito adicional para servicios nuevos en edificios que se encuentren en alguno de los siguientes casos:
- Demanda superior a 100 KW.
  - Ubicados en zonas sujetas a los programas de cambio de red - aérea a red subterránea, o sobre las arterias principales de la ciudad (Ver plano anexo).  
Compromiso escrito del propietario para proporcionar un local adecuado para alojar el equipo de la subestación propiedad de la Compañía, cuya ubicación se determinará de común acuerdo - en base a la información y con nuestra Gerencia de Distribución y Transmisión.
- Nota 3 - Cuando el interesado designe un apoderado para trámites, la carta debe especificar las facultades que otorga el poderdante.

#### 5.- SERVICIOS EN ALTA TENSION 20/23 KV.

- 5.01 Escrito u oficio del interesado o su representante legal -- (original y dos copias), indicando lo siguiente:
- 5.02 Dirección, anotando calles transversales, colonia o pueblo y zona postal, municipio o delegación, entidad federativa y en caso de difícil localización del lugar, adjuntar croquis mostrando la ubicación del predio donde se requiere el servicio.
- 5.03 Actividad para la que se requiere el servicio: fábrica de -- plásticos, fundición, oficinas, centro deportivo, etc.
- 5.04 Nombre, teléfono y dirección del ingeniero o técnico responsable de la obra facultado para tratar los asuntos de carácter técnico relativos.
- 5.05 Indicar fechas de iniciación de las obras civiles, instalaciones, montaje de maquinaria, equipo y puesta en servicio.
- 5.06 Relación detallada de la carga indicando:
- a) Lista de motores de acuerdo a su capacidad expresada en caballos de potencia y su equivalente en KW de acuerdo a la tabla de conversión anexa, clasificados en monofásicos y trifásicos.
  - b) Lista de lámparas clasificadas por tipo y capacidad en watts (fluorescentes, incandescentes, etc.)

- c) Relación de otros aparatos fijos indicando su capacidad y número de fases según datos de placa (hornos, calentadores, soldadoras, mencionando su tipo, punteadoras, etc.)
- d) Número de contactos.

5.07 Plano de la subestación propiedad del solicitante, el cual debe ser copia del aprobado o en proceso de aprobación por las autoridades correspondientes, y deberá indicar sus características técnicas y localización de ésta dentro del predio.

5.08 Si se trata de un aumento de la carga conectada, además de los datos anteriores, indicar el número de cuenta y la demanda contratada (Presentar el último recibo).

Nota 1 - Cuando el interesado designe un apoderado para trámites, la carta debe especificar las facultades que otorga el poderdante.

Nota 2 - Los servicios con demanda de 200 KW o menos, se miden en el lado de baja tensión de la Subestación por lo que deberá disponerse del espacio para los equipos de medición en baja tensión y para futuro equipo en alta tensión.

6.- SERVICIOS EN ALTA TENSION, 85 KV, PARA DEMANDAS SUPERIORES A 5000 KW.

6.01 Escrito del interesado o su representante legal (Original y tres copias) indicando lo que se especifica en los siguientes puntos:

6.02 Dirección, anotando calles transversales, colonia o pueblo, zona postal, municipio o delegación, entidad federativa y, en caso de difícil localización, adjuntar croquis mostrando la ubicación del predio donde se requiere el servicio.

6.03 Actividad de la empresa que requiere el servicio: fundición, fabricación de equipo de transporte, etc.

6.04 Nombre, teléfono y dirección del ingeniero o técnico responsable de la obra facultado para tratar los asuntos de carácter técnico relativos.

6.05 Capacidad total instalada en KW que se requiere en una etapa inicial y, en su caso, programas de ampliación que consideren incrementos de demanda y capacidad, indicando la magnitud de éstos.

6.06 Plano esc. 1:500 del predio que ocupa la planta, mostrando la

ubicación de la fracción disponible para la instalación de la subestación propiedad del solicitante y el equipo de la Compañía. Dicha fracción no debe ser menor de 35 x 35 m en instalaciones intemperie, ni de 20 x 40 m en instalaciones interiores.

6.07 Si el interesado tiene servicio en el momento de su solicitud, deberá indicar el número de cuenta correspondiente y demanda contratada (presentar el último recibo).

Nota.- Cuando el interesado designe un apoderado para trámites la carta deberá especificar las facultades que otorga el poderdante.

7.- PRESUPUESTOS MENORES.

A) Servicios con 15 KW o menos de carga conectada en zonas que requieran extensiones de líneas.

7.01 Escrito u oficio del interesado o su representante legal - (original y dos copias) indicando lo siguiente:

7.02 Dirección anotando calles transversales, colonia o pueblo, zona postal, municipio o delegación, entidad federativa y, en caso de difícil localización del lugar, adjuntar un croquis mostrando la ubicación del predio donde se desee el servicio.

7.03 Clase de servicio de que se trate (casa habitación, edificio de departamentos, taller, etc.)

7.04 Nombre, teléfono y dirección de la persona facultada por el interesado para tratar los asuntos de carácter técnico.

7.05 Fecha aproximada en que se requiere el servicio.

7.06 Relación detallada de la carga indicando:

a) Lista de motores con su capacidad expresada en caballos de potencia, clasificados en motores monofásicos y trifásicos.

b) Lista de lámparas por tipo y capacidad en watts.

c) Número de contactos

d) En edificios de departamentos deberán expresarse dichos datos referidos a cada departamento y al servicio del -

edificio (bomba, elevador, alumbrado de pasillos y escaleras, etc.).

7.07 Cuando el interesado designe un apoderado para trámites, el escrito debe especificar las facultades que otorga el poderdante.

B) Movimiento de postes por necesidades o por razones de seguridad.

7.08 Carta del interesado o de su representante legal (original y dos copias), indicando dirección, calles transversales, colonia o pueblo, municipio y estado y, en caso de difícil localización, adjuntar un croquis mostrando la ubicación del inmueble y del poste.

C) Movimientos de equipo de medición (servicios con acometida subterránea).

7.09 Escrito u oficio del interesado o su representante legal (original y dos copias) indicando lo siguiente:

7.10 Dirección, colonia o pueblo, zona postal, municipio o delegación, y entidad federativa.

7.11 Croquis indicando la ubicación actual del equipo de medición y el lugar al que se desea transferir.

D) Movimiento de líneas por cambios de urbanización.

7.12 Escrito u oficio del interesado (original y dos copias) indicando la ubicación precisa del tramo o tramos de línea sujetos al cambio, incluyendo calles, colonia o fraccionamiento y municipio o delegación.

7.13 Nombre, dirección y teléfono de la persona física o dependencia que hace la solicitud.

E) Movimiento de líneas que cruzan un predio de propiedad privada.

7.14 Escrito del interesado o su representante legal (original y dos copias) acompañando croquis que muestre la ubicación precisa del tramo sujeto al cambio incluyendo dirección, colindancias, calles contiguas, colonia y municipio o delegación y entidad federativa, presentando la documentación que acredite la propiedad sobre dicho predio.



DEPOSITO QUE DEBEN CONSTITUIR LOS SOLICITANTES DE SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA CUANDO SE REQUIERA LA ELABORACION DE UN PRESUPUESTO (S.P.)

Todos los solicitantes de suministro de energía eléctrica (incluyendo reformas de contrato) y otros servicios que ameriten la elaboración de Presupuestos (S.P.'s), deberán constituir un depósito en el momento de hacer la solicitud de presupuesto, con las excepciones que se indican más adelante, en la oficina donde se formule.

<u>TIPO DE SOLICITUD</u>	<u>IMPORTE DEL DEPOSITO</u>
a) Servicios en baja tensión:	
Con carga mayor de 15 KW y hasta 40 KW	1,000.00
Más de 40 KW de carga	1,500.00
Cambio de lugar de equipos de medición de servicios de Cuentas Especiales o concentraciones de servicios ordinarios.	500.00
b) Servicios en alta tensión:	
Cambio de lugar de equipos de medición	1,500.00
Para cargas solicitadas en 23 KV (mínimo-20 KW de demanda).	2,000.00
Para cargas solicitadas en 85 KV (mínimo-5,000 KW de demanda).	45,000.00
c) En fraccionamientos particulares, se fijará un depósito unitario por lote, de (depósito total mínimo: \$1,500.00)	15.00
d) Para alumbrado público en fraccionamientos particulares, se fijará un depósito unitario por lámpara, de (depósito total mínimo: \$1,000.00)	20.00
e) Cambio de lugar de postes	500.00

Si el presupuesto resulta con cooperación a cargo del solicitante, la cantidad recibida como depósito se aplicará definitivamente como pago a cuenta de dicha cooperación.

Cuando el estudio del presupuesto determine que el servicio puede darse sin ejecución de obras, o resultare sin cooperación, el depósito se devolverá al quedar conectado el servicio.

Tratándose de trabajos descritos en presupuestos que no llegan a ejecutarse, porque el solicitante cancele su solicitud o abandone su trámite por más de 6 meses después de habérsele informado el resultado, el depósito se aplicará totalmente a los gastos efectuados.

CASOS QUE NO REQUIEREN DEPOSITO

Servicios solicitados para dependencias gubernamentales, embajadas, molinos de nixtamal, comisariados ejidales, riego agrícola, instituciones de beneficencia pública y privada y servicios para reventa.

Cuando se haya firmado la solicitud de servicio de energía eléctrica en una Sucursal o Agencia Foránea en zonas electrificadas y no se pueda conectar por falta de líneas de baja tensión hasta el punto de entrega.

TRAMITE DE SOLICITUDES RECIBIDAS POR CORREO

En las solicitudes de presupuesto que se reciben por correo, se citará al cliente para que constituya el depósito correspondiente o se le pedirá que envíe cheque o giro postal.

A partir del 1º de enero del 76 se establece el REGIMEN DE CUOTAS para los nuevos usuarios y aquellos que modifiquen su carga conectada, bajo las siguientes

N O R M A S :

- I.- Toda persona física o moral que contrate el servicio estará sujeta al REGIMEN DE CUOTAS.
- II.- EL REGIMEN DE CUOTAS es INDEPENDIENTE de los pagos por cooperaciones, depósitos de garantía, derechos de inspección, o cualquier otro pago derivado de la prestación del servicio de energía eléctrica.
- III.- Para la aplicación de las cuotas se establecen las siguientes ZONAS ECONOMICAS:

ZONA ECONOMICA NO. 1

Integrada por el Distrito Federal y los Municipios de Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán, Ecatepec, Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla, Tultitlán y Texcoco del Estado de México; los Municipios de Apodaca, Garza García, General Escobedo, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás de los Garza y Santa Catarina del Estado de Nuevo León y el Municipio de Guadalajara del Estado de Jalisco.

ZONA ECONOMICA NO. 2

Integrada por los Municipios de Tlaquepaque y Zapopan, del Estado de Jalisco; los Municipios de Lerma y Toluca del Estado de México; los Municipios de Cuernavaca y Jiutepec, del Estado de Morelos; los Municipios de Cuautlancingo, Puebla y San Pedro Cholula del Estado de Puebla y el Municipio de Querétaro del Estado de Querétaro.

ZONA ECONOMICA NO. 3

Integrada por el resto del Territorio Nacional.

- IV.- Las cuotas por cada Tipo de Servicio y Zona Económica se cobrarán de acuerdo con los hilos de corriente en que se proporciona el mismo para los usuarios domésticos, y la carga conectada total expresada en kilowatts para el resto de los usuarios. Las cuotas serán las siguientes:

Tarifa Número	Tipo de Servicio	Cuotas para Zona Económica		
		NO. 1	NO. 2	NO. 3
T- 1	Servicio Doméstico			
	1 hilo de corriente	300	300	300
	2 hilos de corriente	1 200	1 200	1 200
	3 hilos de corriente	1 800	1 800	1 800
T- 1-A	Servicio Doméstico para Localidades con Clima muy Cálido			
	1 hilo de corriente	300	300	300
	2 hilos de corriente	1 200	1 200	1 200
	3 hilos de corriente	1 800	1 800	1 800

Tarifa Número		Cuotas para Zona Económica		
		No. 1	No. 2	No. 3

T- 2	Servicio General Has ta 40 KW de Carga -- Conectada			
	1er. KW de Carga Conectada	240	125	100
	Por cada KW adicional de Carga Conectada	400	250	125
T- 3	Servicio General para más de 40 KW de Carga Conectada			
	Por cada KW de Carga Conectada	500	350	250
T- 4	Servicio para Molinos de Nixtamal		Sin Cuota	
T- 5	Servicio para Alumbrado Público			
	Por cada KW de Carga Conectada	1 000	1 000	1 000
T- 6	Servicio para Bombeo de Aguas Potables y Negras			
	Por cada KW de Carga Conectada	500	500	500
T- 7	Servicio Temporal		Sin Cuota	
T- 8	Servicio General en Alta Tensión			
	Por cada KW de Carga Conectada	750	300	150
T- 9	Servicio de Bombeo de Agua para Riego Agrí- cola		Sin Cuota	
T-10	Servicio en Alta Ten- sión para Reventa		Sin Cuota	
T-11	Servicio en Alta Ten- sión para Minas			
	Por cada KW de Carga Conecta	150	150	150
T-12	Servicio General para 5 000 KW ó más de De- manda Contratada a -- Tensiones de 66 KV ó Superiores			
	Por cada KW de Carga Conectada	750	300	150

CARTA PODER

\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 19\_\_.

COMPANIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A., (en liquidación)  
P r e s e n t e .

Por la presente, \_\_\_\_\_ al Sr. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, poder amplio, cumplido y ---  
bastante, para que a \_\_\_\_\_ nombre y representación --  
gestione y efectúe los trámites correspondientes para la -  
solicitud de servicio de energía eléctrica en \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, bo.  
jo el entendido de que los pagos que realice estarán debida-  
mente amparados por el correspondiente recibo de esa Compa-  
ñía.

Suyo Afmo. S.S.  
OTORGANTE

Nombre: \_\_\_\_\_  
Razón Social: \_\_\_\_\_

ACEPTO EL PODER

\_\_\_\_\_





centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



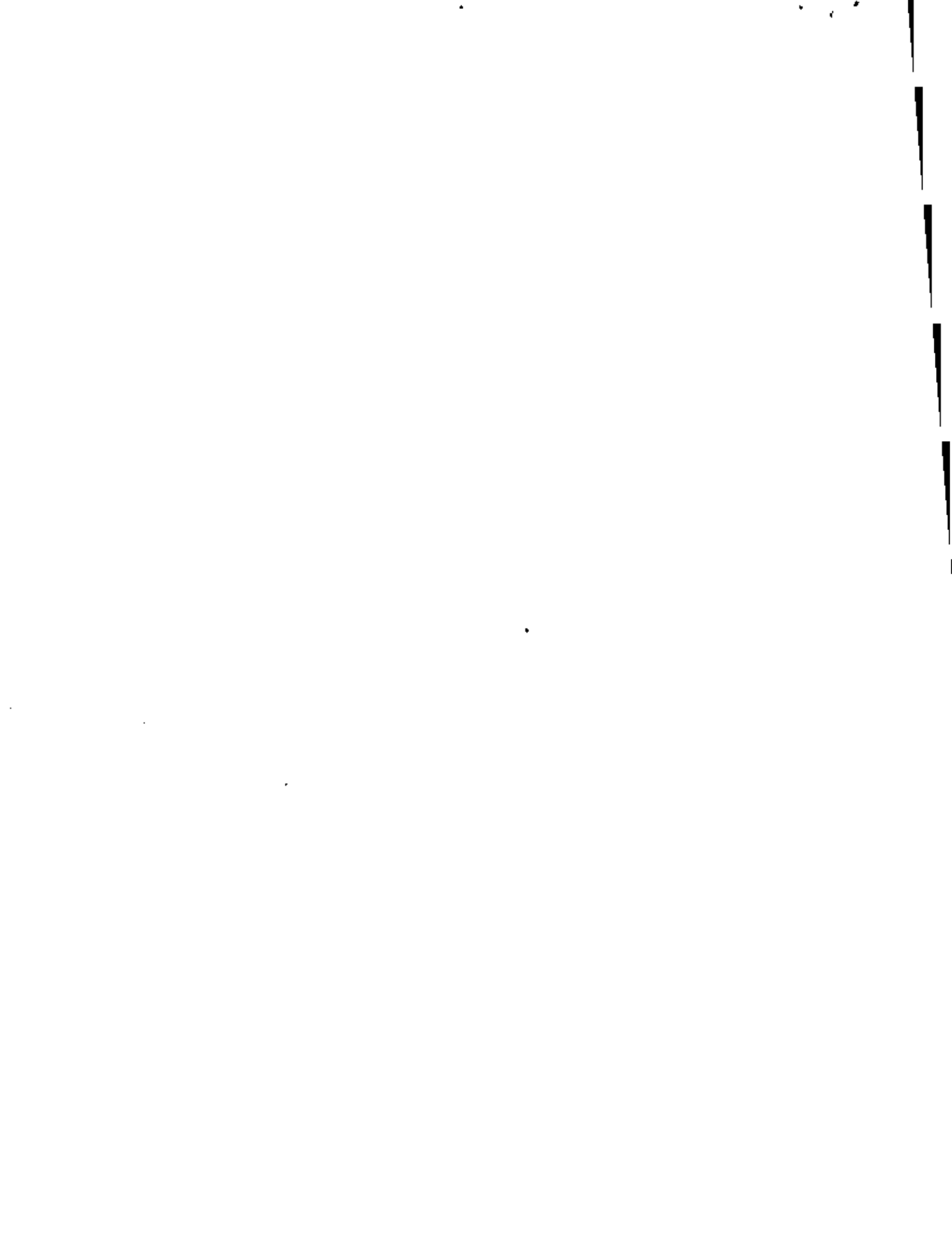
INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SISTEMAS DE PROTECCION VS DESCARGAS  
ATMOSFERICAS.

- láminas -

Ing. Ignacio González Castillo

Noviembre, 1980





FORMACION DE LA CONCENTRACION  
DE CARGA EN LA ATMOSFERA

ORIGEN

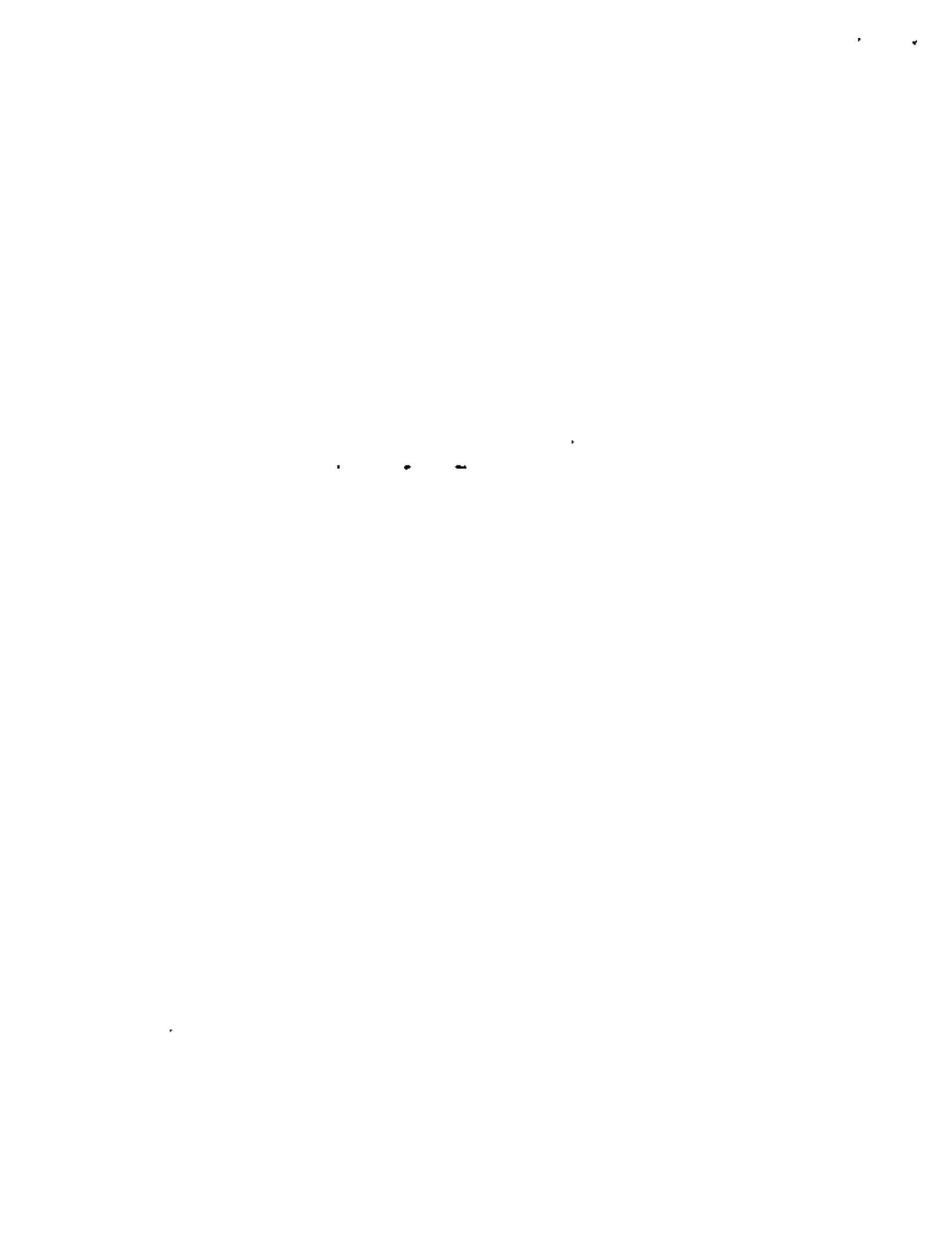
ACUMULACION DE PARTICULAS DE  
AGUA QUE SE HAN CARGADO  
ELECTROSTATICAMENTE

TURBULENCIA  
ATMOSFERICA

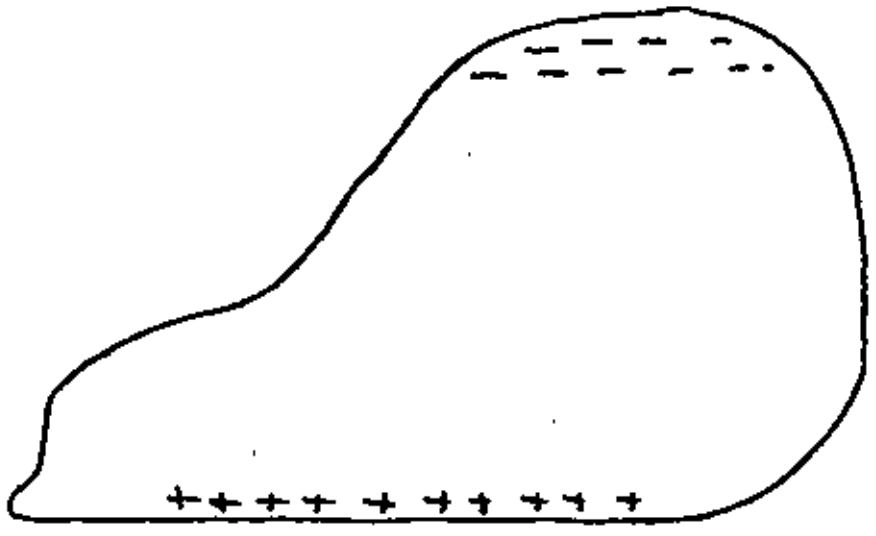
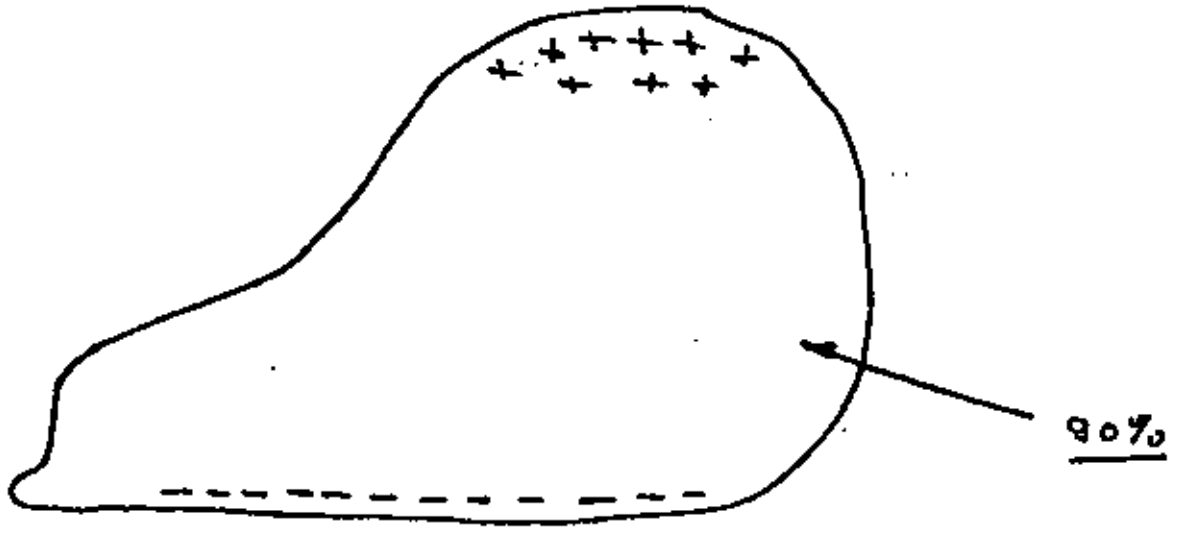
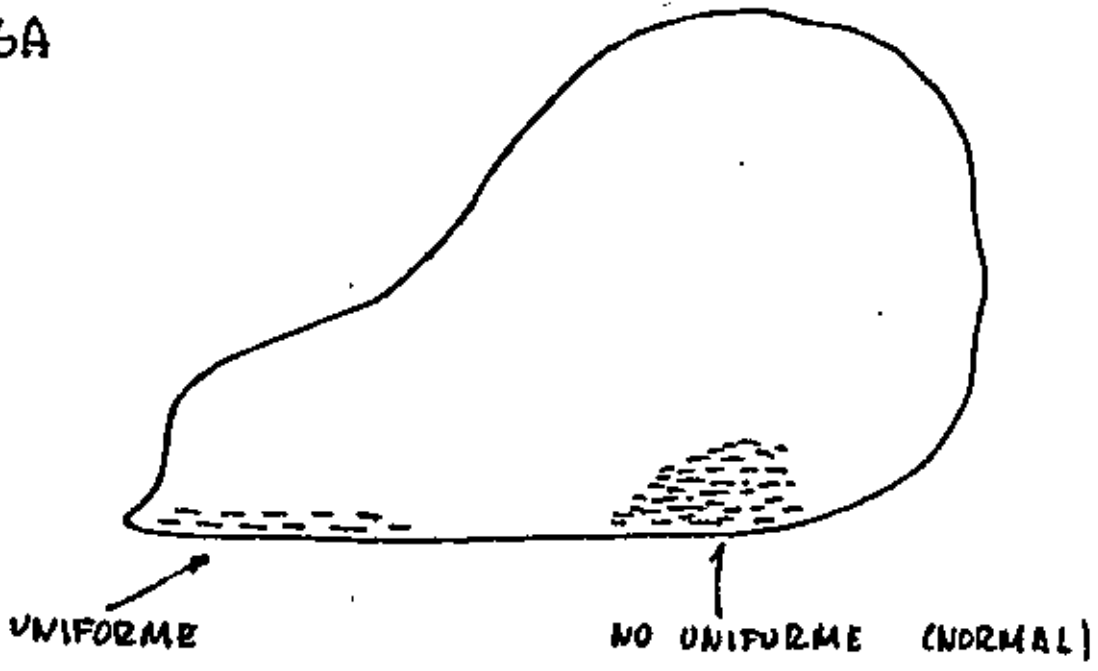
MOVIMIENTO

FRICCION  
MUTUA

PARTICULAS DE  
AGUA CARGADAS

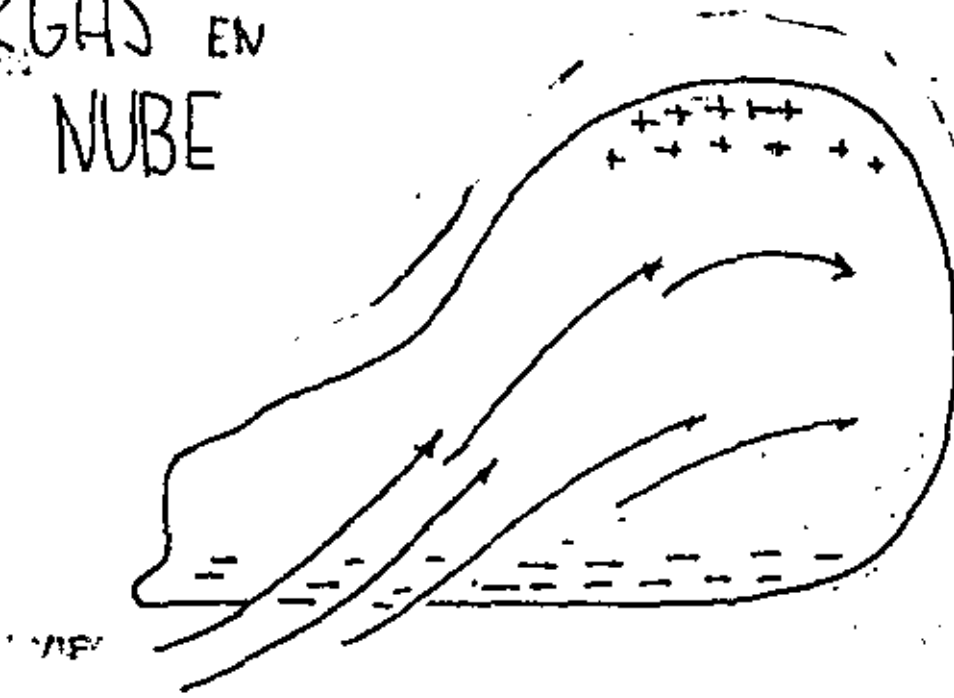


# TIPOS DE CARGA

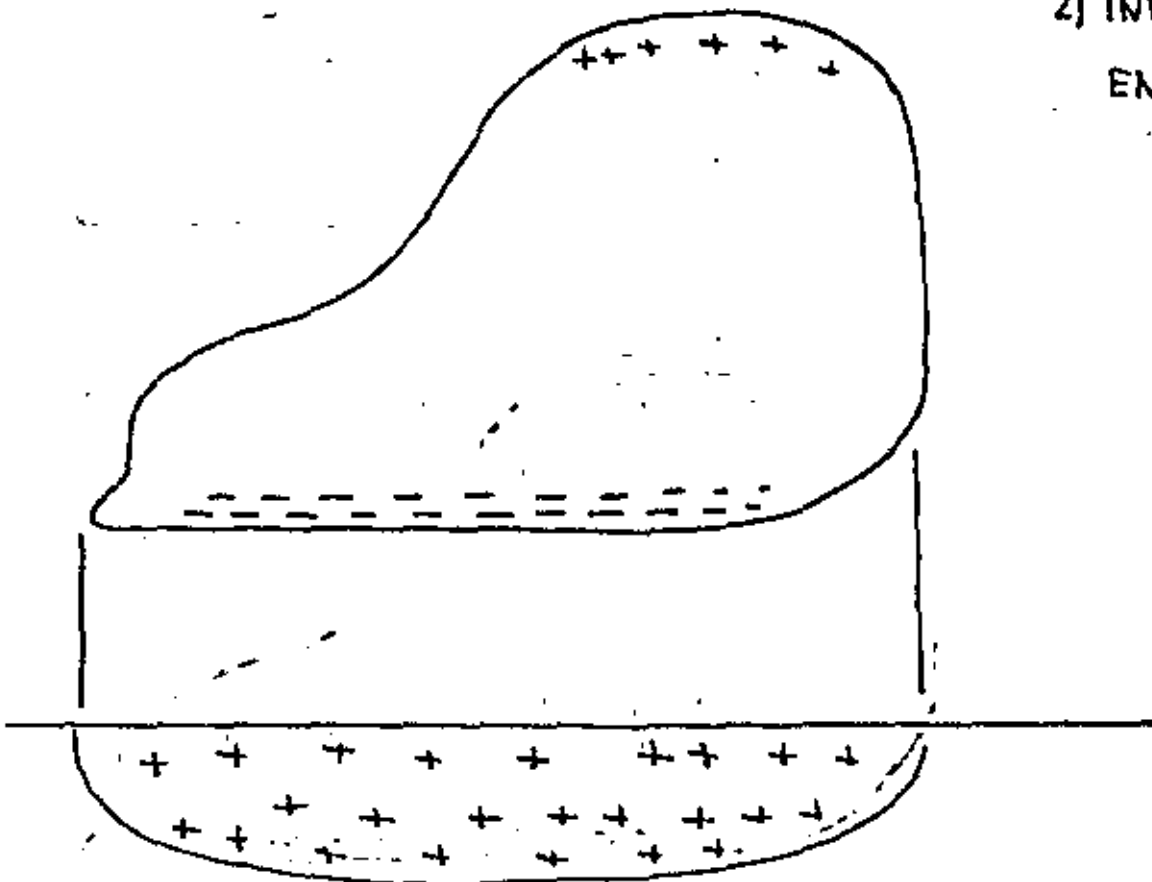




# CARGAS EN UNA NUBE

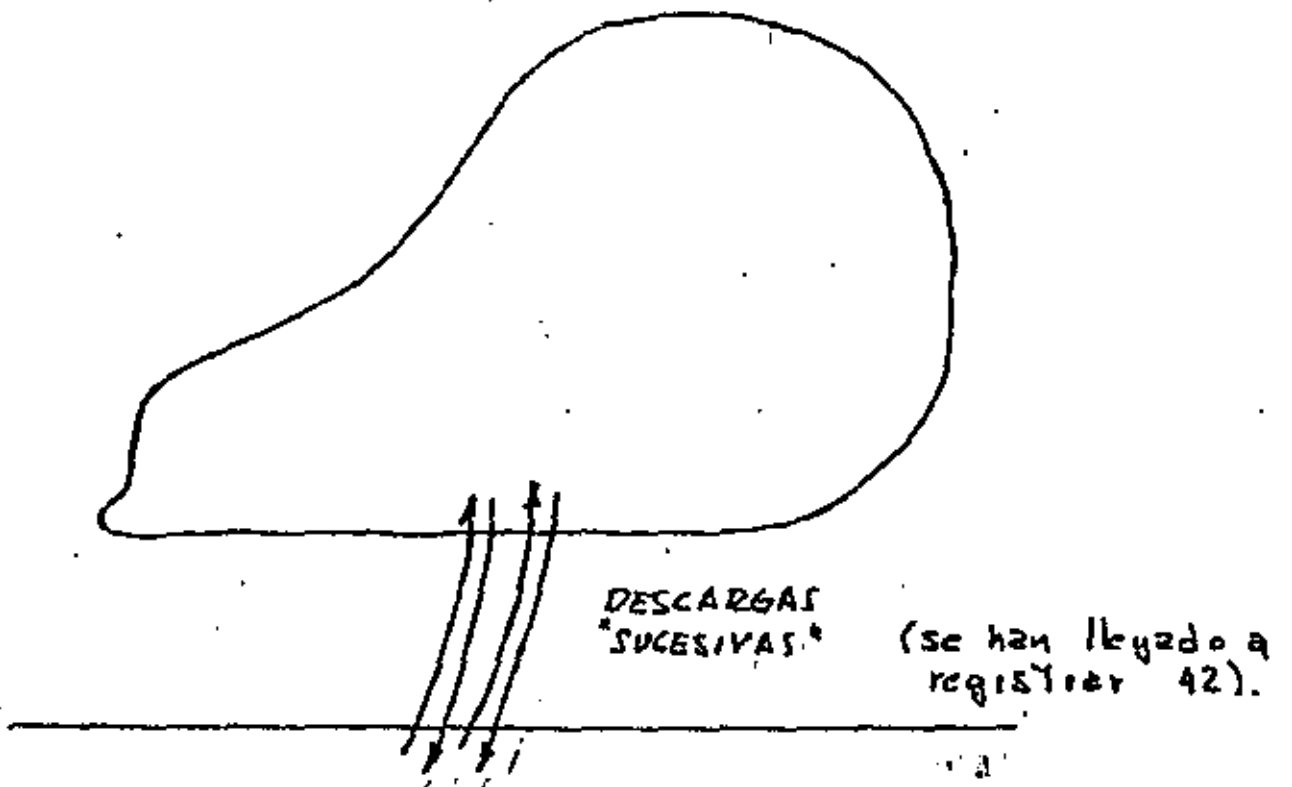
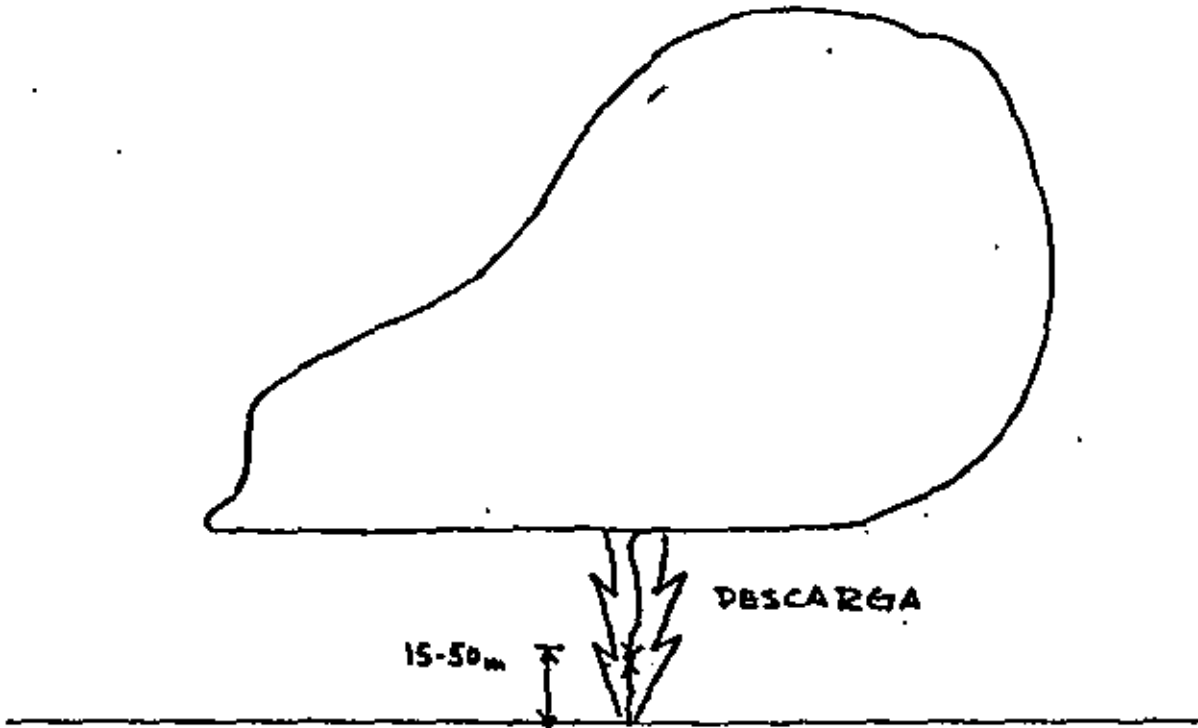


1) EN LA  
NUBE



2) INDUCIDA  
EN TIERRA

2

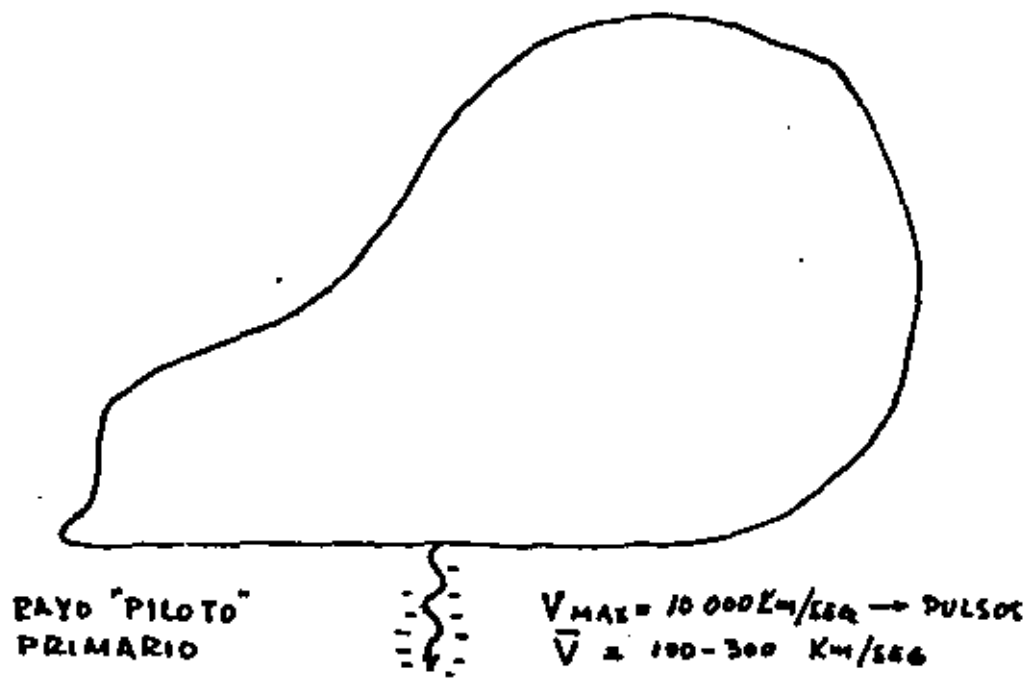


1875

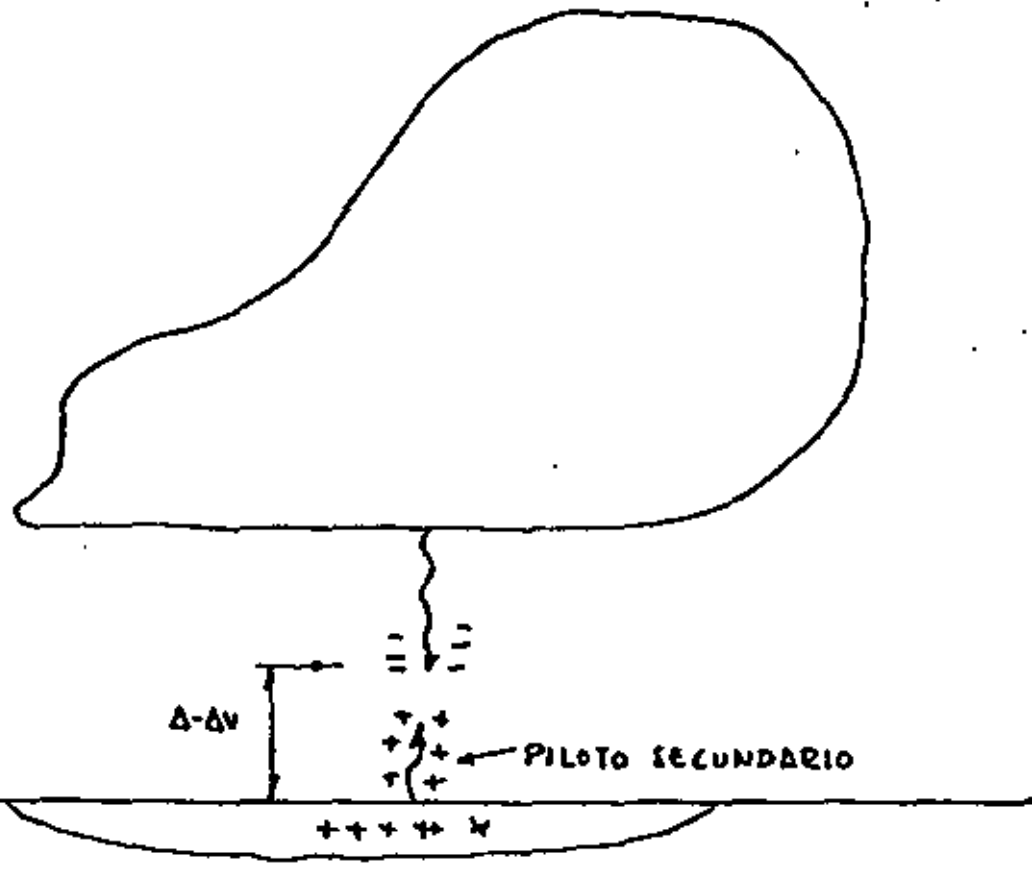
1875

1875





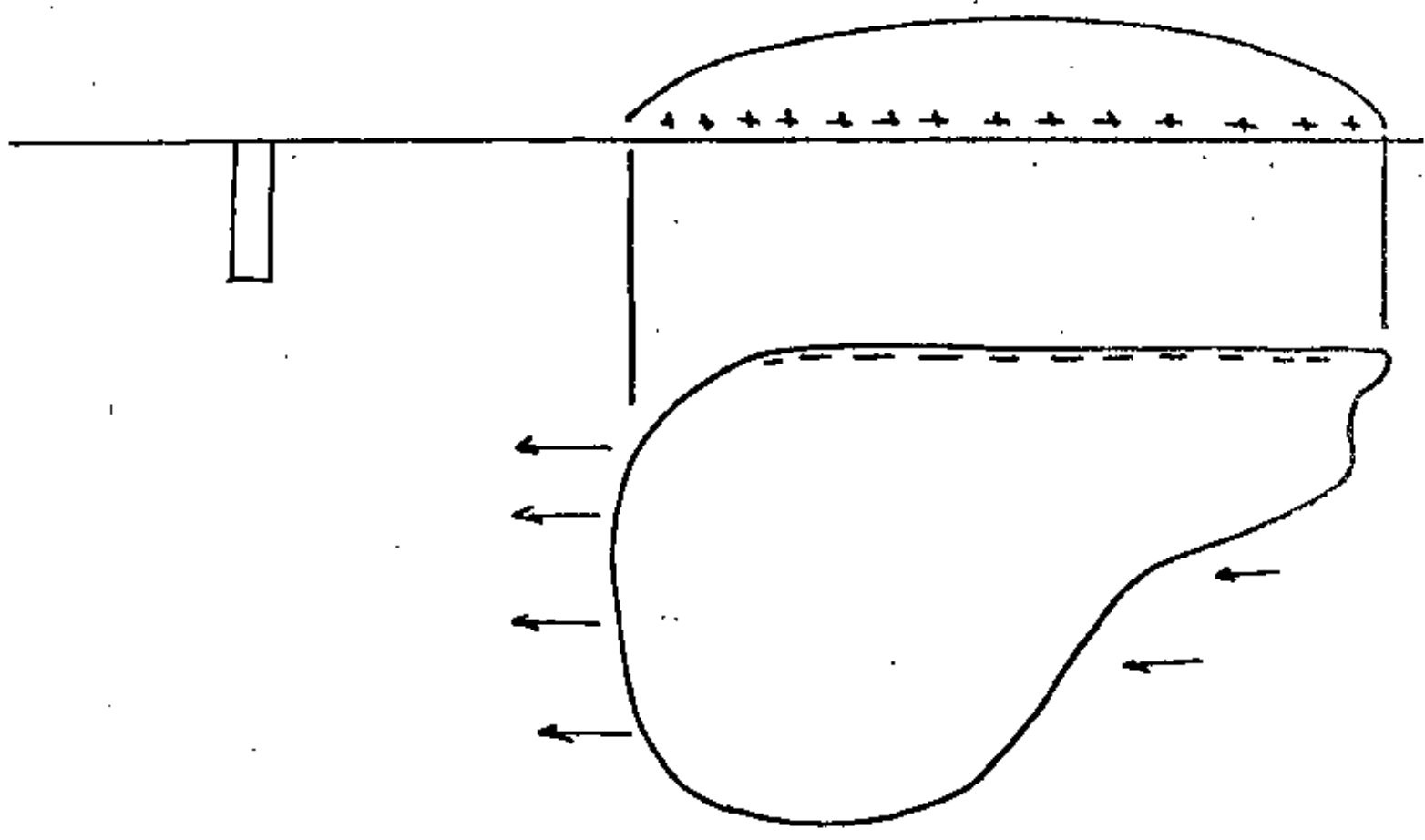
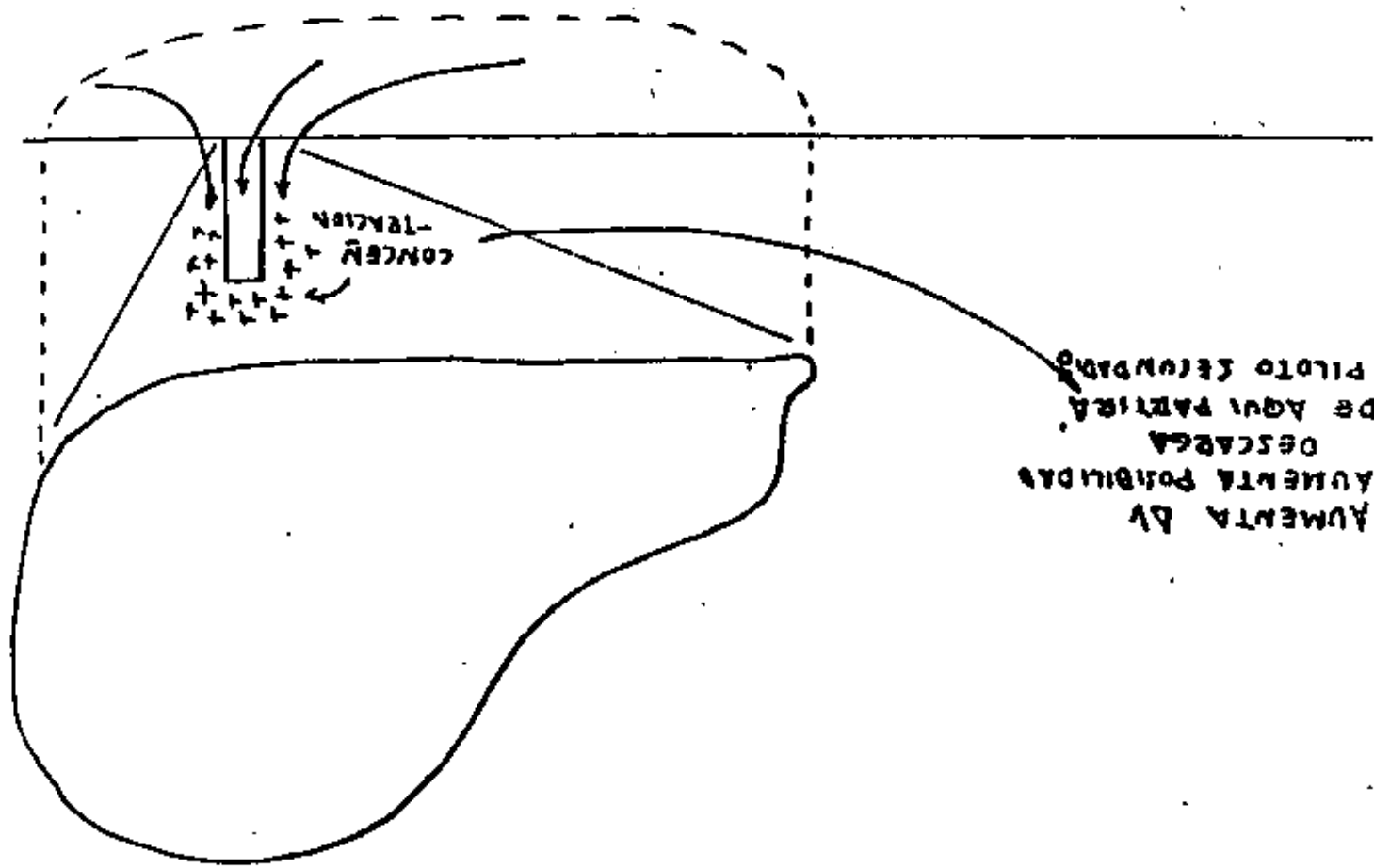
LAM-5

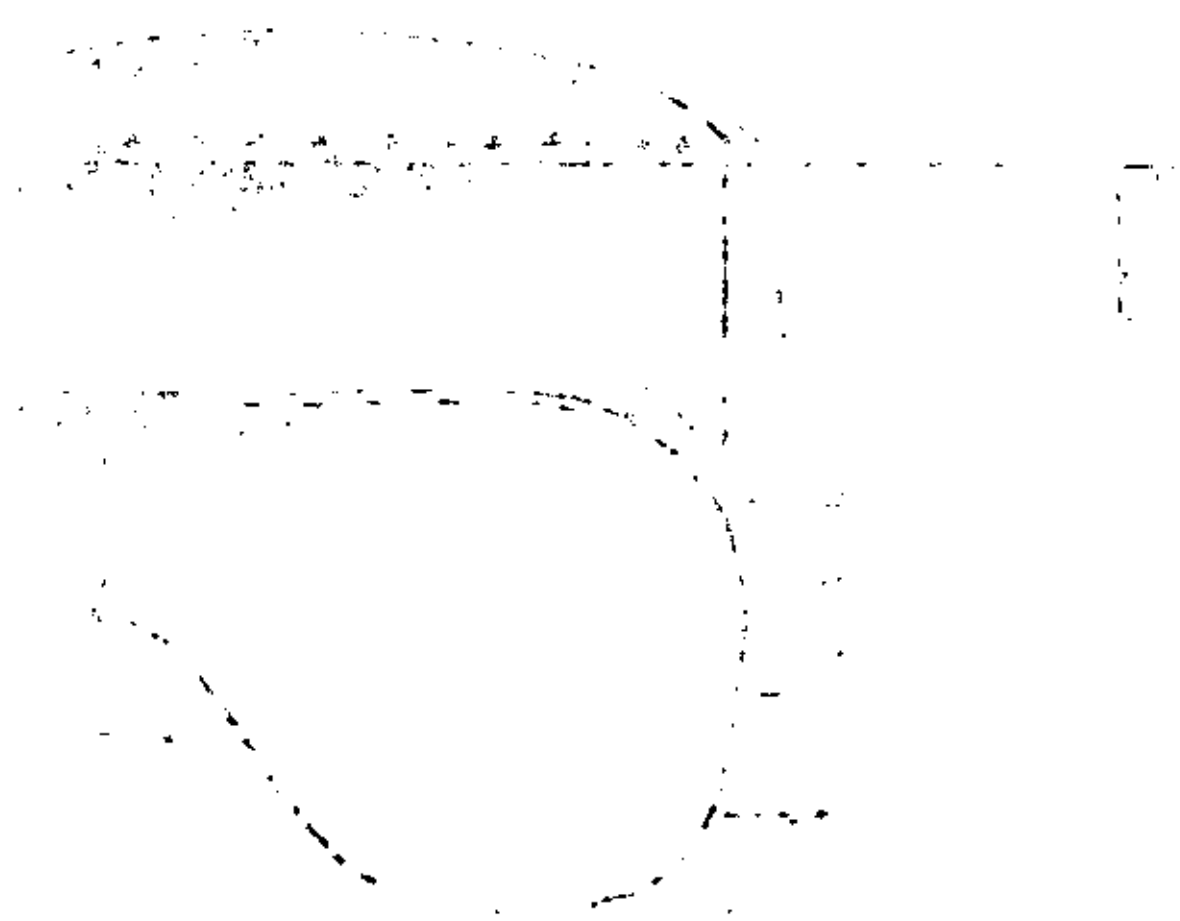
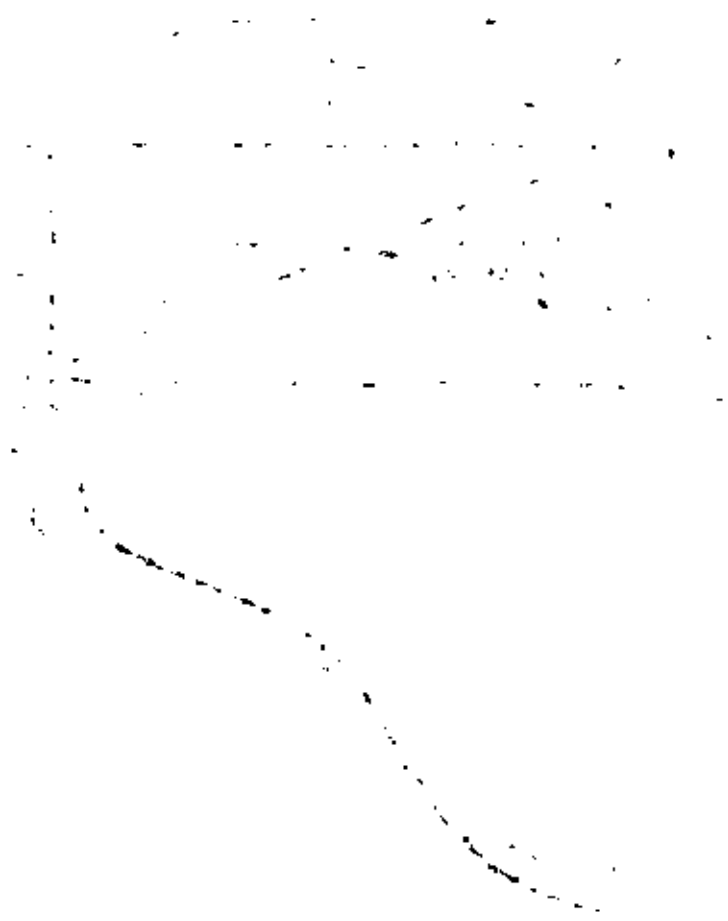






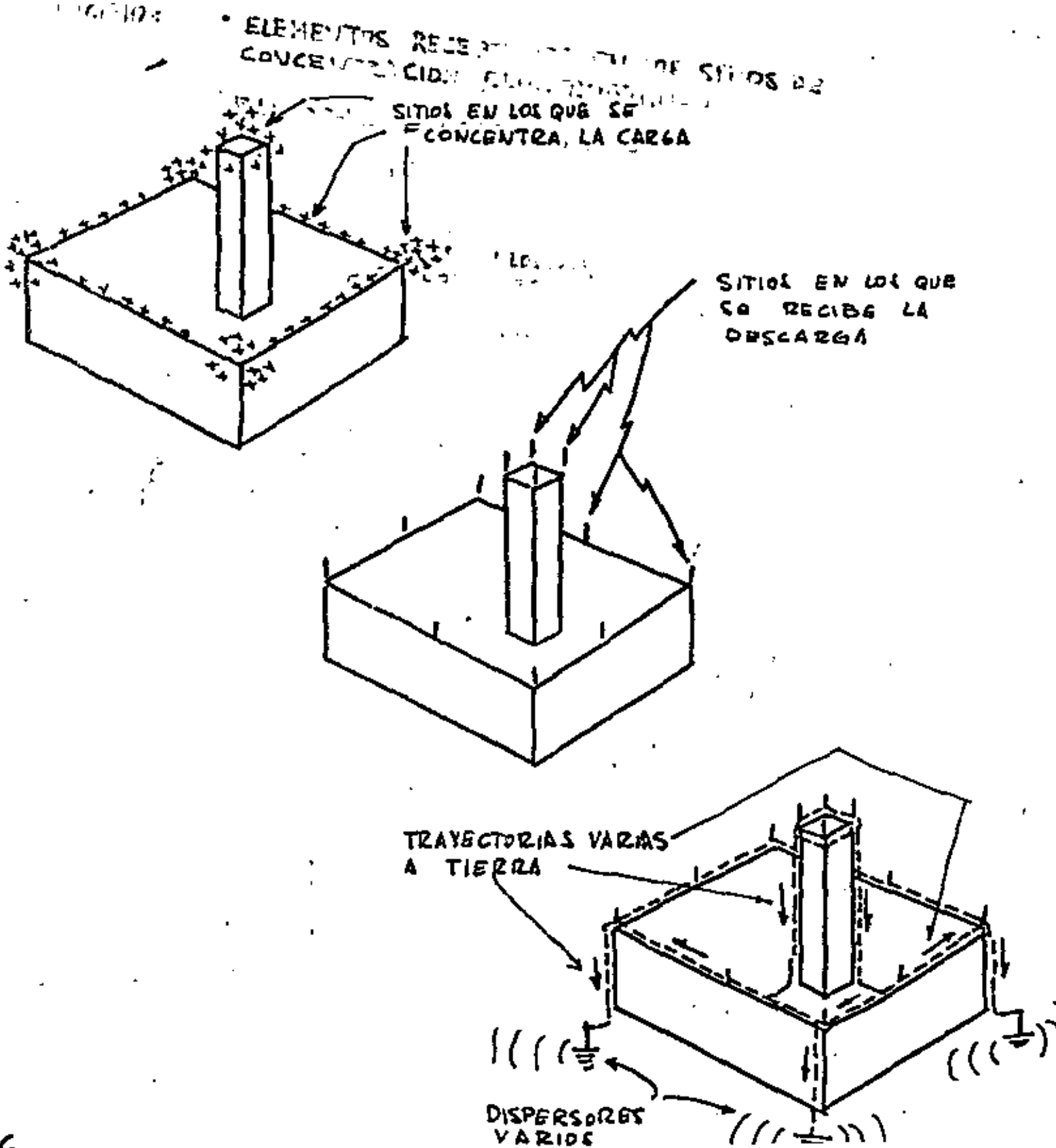






# SISTEMA FARADAY

- PRINCIPIO:
- ELEMENTOS RECEPTORES EN LOS SITIOS DE CONCENTRACION ELECTROSTATICA.
  - BLINDAJE ELECTROSTATICO

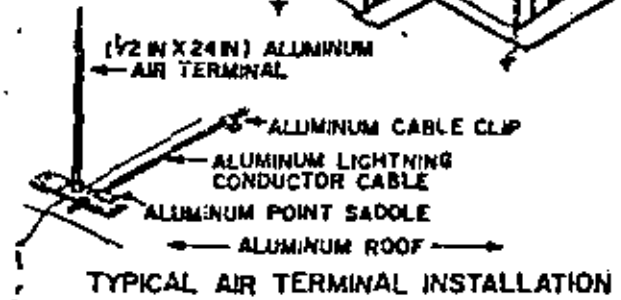
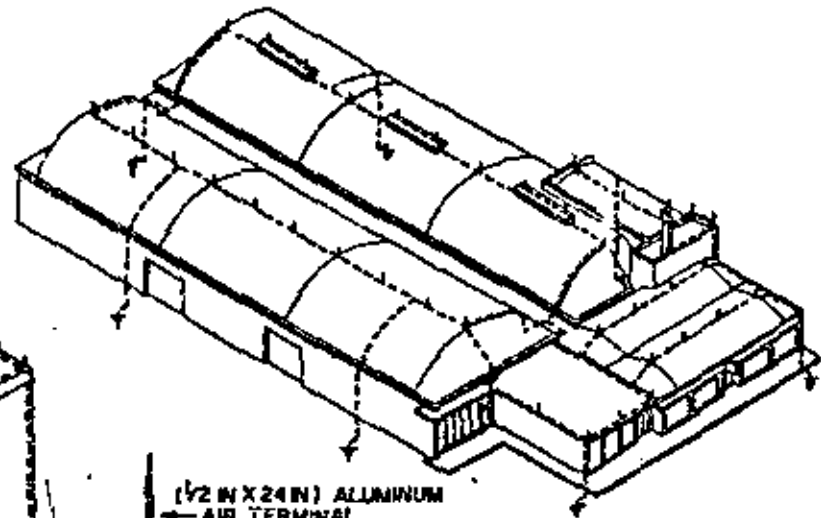
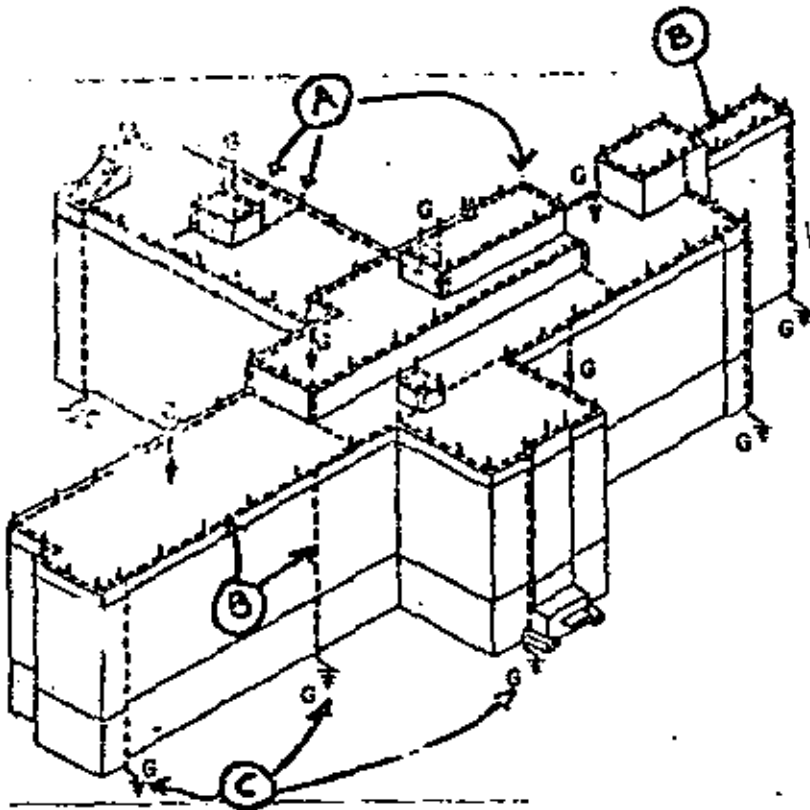


1950  
1951  
1952  
1953  
1954  
1955  
1956  
1957  
1958  
1959  
1960  
1961  
1962  
1963  
1964  
1965  
1966  
1967  
1968  
1969  
1970  
1971  
1972  
1973  
1974  
1975  
1976  
1977  
1978  
1979  
1980  
1981  
1982  
1983  
1984  
1985  
1986  
1987  
1988  
1989  
1990  
1991  
1992  
1993  
1994  
1995  
1996  
1997  
1998  
1999  
2000  
2001  
2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009  
2010  
2011  
2012  
2013  
2014  
2015  
2016  
2017  
2018  
2019  
2020  
2021  
2022  
2023  
2024  
2025



# SISTEMA FARADAY.

## EJEMPLOS



### VENTAJAS:-

- SEGURIDAD

- REGLAMENTADO → (1904).

- EXPERIMENTADO (1904-1975)

- NORMALIZADO :

- UNDERWRITER'S LABORATORIES

↳ UL 96A

- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

↳ NFPA-78

- ANSI. - • IEEE



LA 11

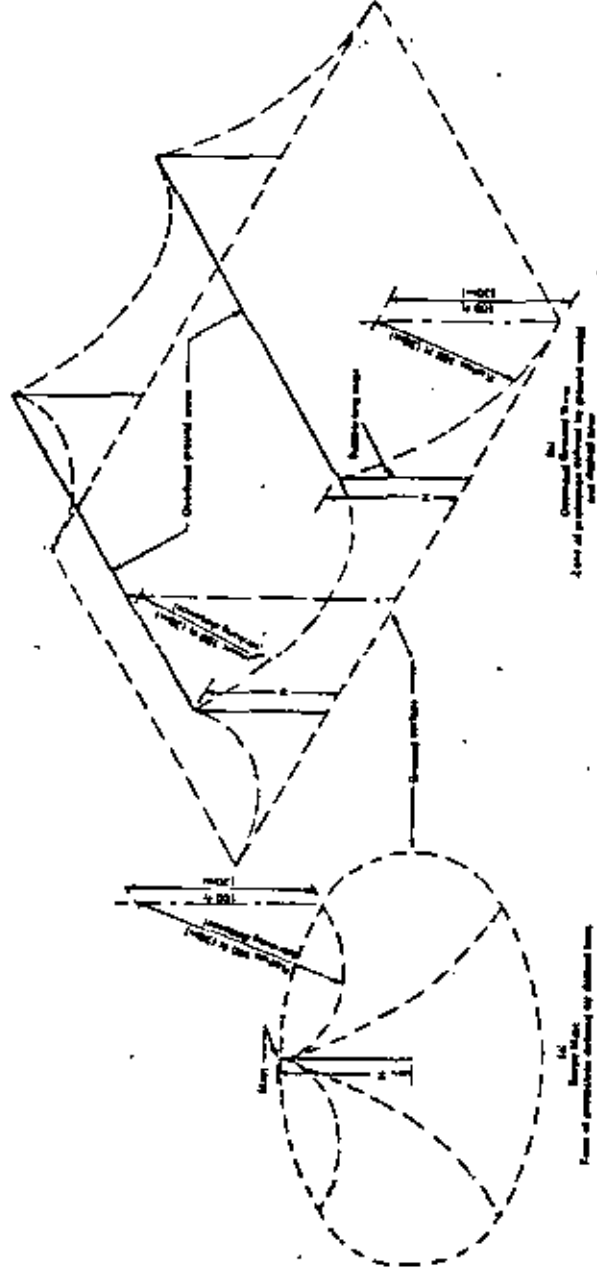


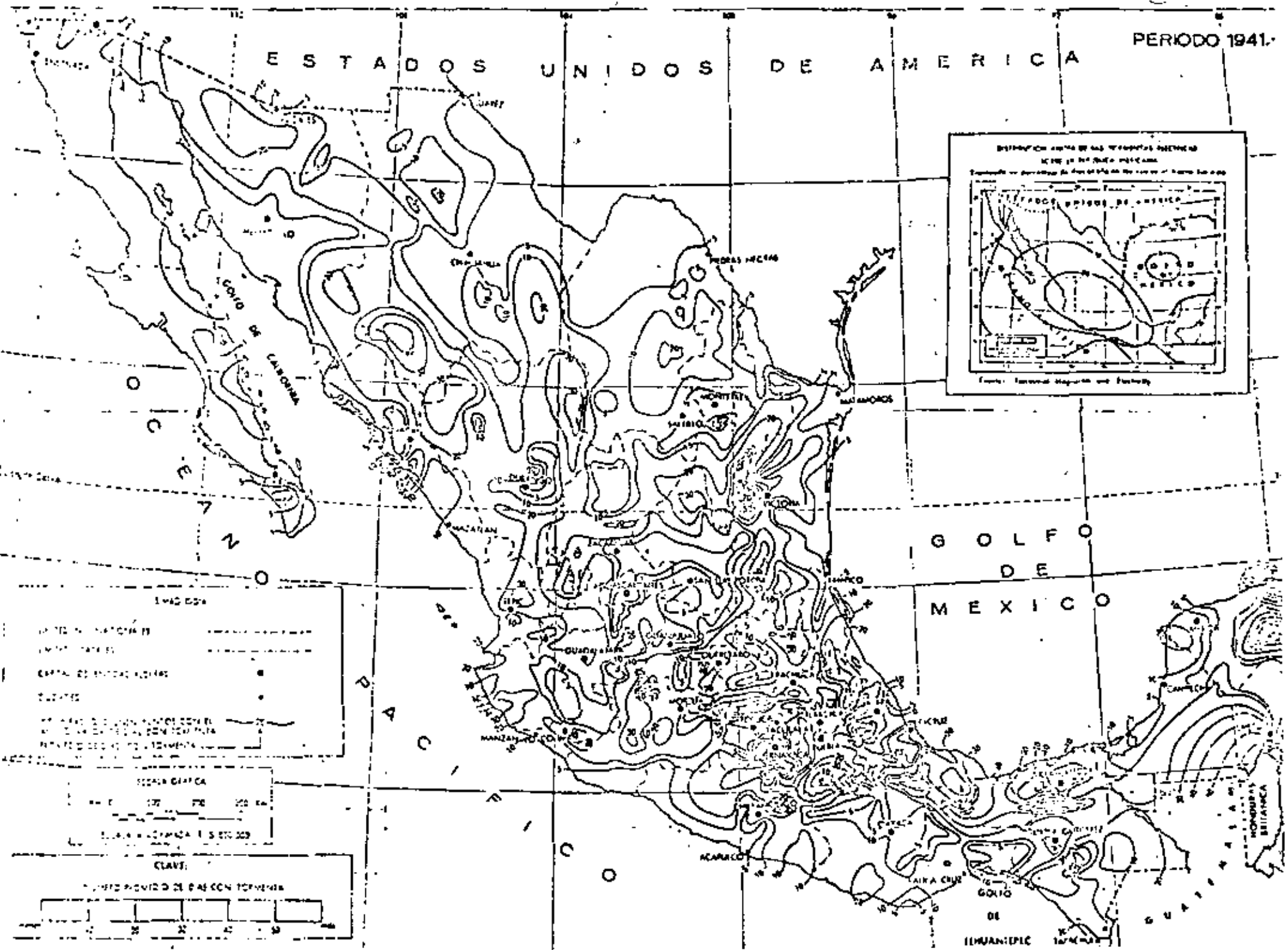
Figure 8-3.3.3. Zone of Protection for Mass Height "H" Exceeding 50 Feet (15m).



# NUMERO DE DIAS AL AÑO CON TORMENTAS ELECT

PERIODO 1941-

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA



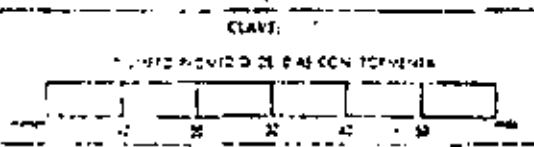
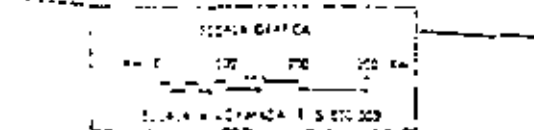
1:500,000

UNIDAD NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

CAPITAL DE LOS ESTADOS UNIDOS

ESTADOS

EL AÑO DE LOS DATOS CON EL NÚMERO DE DIAS AL AÑO CON TORMENTAS ELÉCTRICAS





# FRECUENCIA TORMENTAS

1) REGISTRO ESTADISTICO CONFIABLE  
 ↳ MEX - (?)

2) INCIDENCIA : 25,000 - 40,000 DESCARGAS  
 DIARIAS

3) PRESENTACION DATOS:

CURVAS ISOCERAUNICAS - LOCALIZAN

ZONAS EN QUE SE REGISTRAN LA  
 MISMA CANTIDAD DE DIAS AL AÑO  
 EN QUE HAN OCURRIDO DESCARGAS  
 ATMOSFERICAS.

EJEMPLO:-

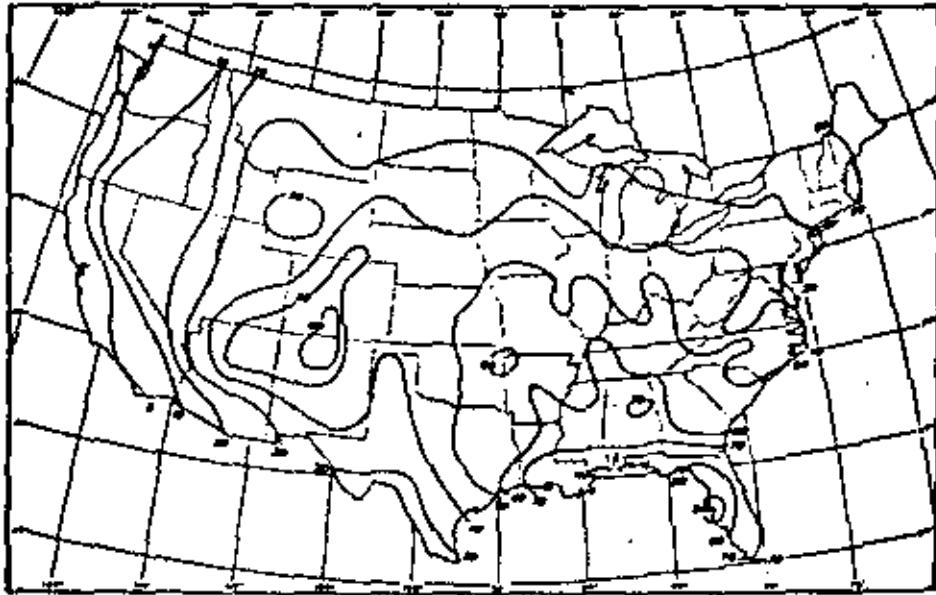
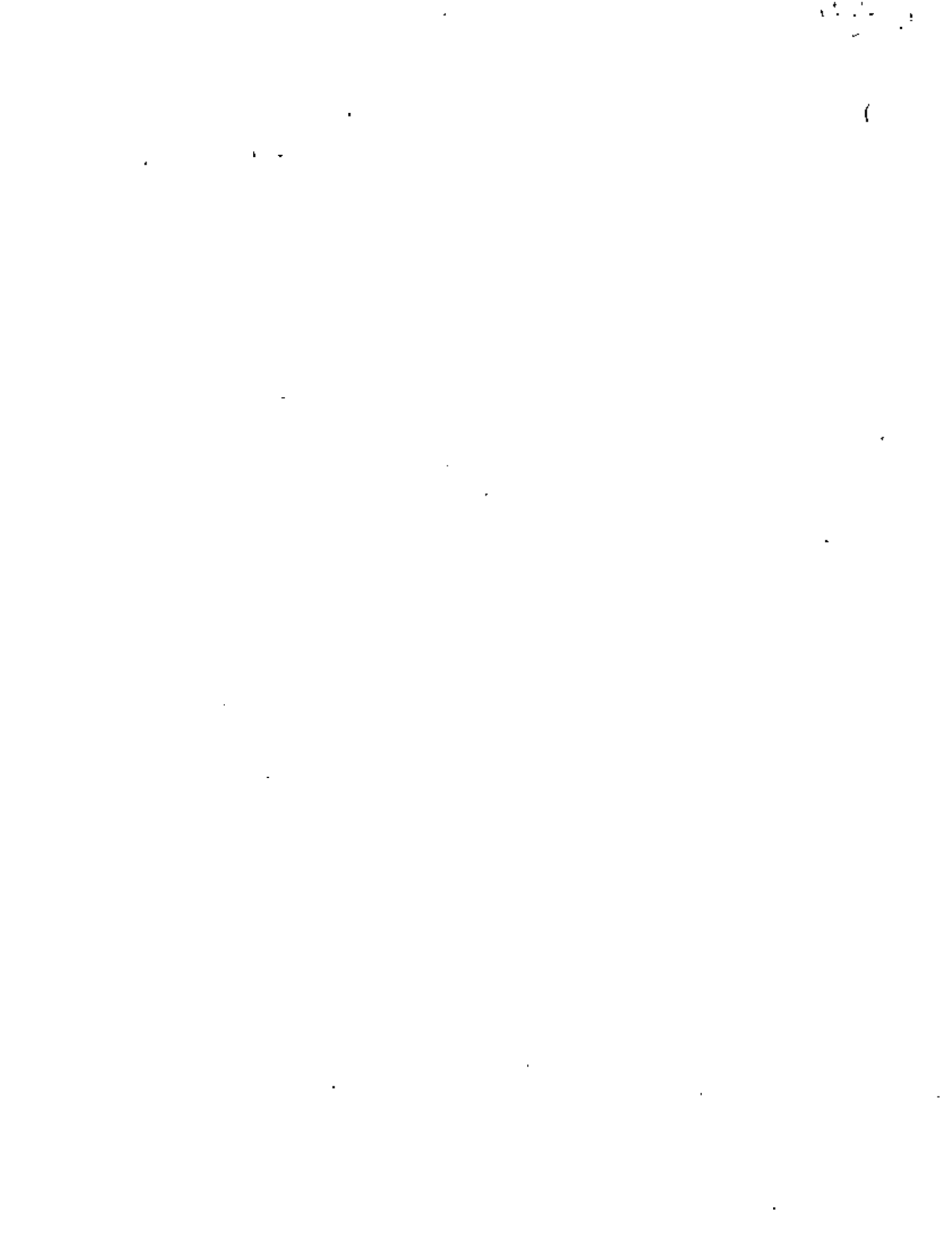


Fig. 8. US Weather Bureau's Map of the United States, with zone-lines showing number of days per year having thunder storms. Locations between lines can be interpolated - for example, if you live in Hartford, Conn. you have about 23 thunder-storm days per year; Philadelphia, Pa., 35; Kansas City, Mo., 35; Dallas, Texas, 52; etc.





DIRECTORIO DE ALUMNOS DEL CURSO INSTALACIONES ELECTRICAS  
PARA EDIFICIOS OCTUBRE-NOVIEMBRE 1980.

José Arturo Alvarado del Castillo  
CAPFCE  
Vito Alessio Robles 380  
Z.P.20  
554 61 00

Av. Paseo Lomas Verdes 99  
Fracc. Lomas Verdes  
Edo. de Méx.  
393 23 17

Jorge Javier Baltazar Cruz  
AIFA-LAVAL, S.A. de C.V.  
Lerma 22  
Tlanepantla, Edo. de Méx.  
565 38 00

Texas 125-202  
Col. Nápoles

Patricio Bidault Lesort  
Almacenes Aurrera  
Mextengo 78  
Col. Sta. Cruz Acayucán  
Z.P.16  
561 85 00 Ext. 217

Fujiyama 607 K  
Col. Aguilas  
Z.P.20  
593 82 66

Carlos Cedillo Vergara  
Ingenieros y Contratistas, S.A.  
Darwin 102-3°  
Z.P.5  
533 18 00

Lago Maracaibo 118  
Z.P.17  
399 19 82

Rafael Julio César Contreras Borrayo  
Subdirección de Electricidad  
SEPA FIN  
Rfo Rhin 56  
Z.P.5  
592 58 31

Unión 221-6  
Z.P.18  
515 48 16

José Luis Damián Adán  
ECISA CONSTRUCCIONES S.A.  
Av. Chapultepec 511-105  
Z.P.6  
5 33 22 85

Luis Manuel Delgado López  
Plan Tierra  
Aldama 100  
Toluca, Méx.  
59180 Ext. 43

Ejército Trigarante 512  
Col. Independencia  
Toluca, Méx.  
596 33

Alberto Espinosa Escobar  
Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial  
Rfo Rhin 56-1°  
Z.P.5  
592 51 11

Av. Morelos 595 R 15  
Z.P.8

Héctor Espinoza Rojas

Ramón Fdz. Lucio  
Diesel Nal, S.A.  
Dom. Conocido  
Sahagún, Hgo.  
3 05 00 Ext. 190

Calle 16-9-B  
Col. IMSS  
Sahagún, Hgo.  
3 02 35

Margarito Flores Porras  
Ingenieros Contratistas en Instalaciones, S.A.  
Quintana Roo 141-1°  
Z.P.11  
564 51 11

Lago Garda 136-201  
Z.P.17  
399 48 75

Bernardo Frontana de la Cruz  
Instituto de Ingeniería  
UNAM  
Z.P.20  
550 52 15 Ext. 3639

Glicerina 109  
Col. Plenitud  
Z.P.16  
561 58 21

Jorge Benjamín Flores Bello  
SEPAFIN  
Rfo Rhén 56-3°  
Z.P.5  
592 58 31

Edif. C-22 Depto. 3  
Lomas de Plateros  
Z. P.19  
593 85 49

José Flores Espino  
Ingenieros y Contratistas, S.A.  
Darvín 102  
Z.P.5  
533 18 00 Ext. 17

Calle 19 No.144  
S.P. de los Pinos  
Z.P.18  
516 35 27

Daniel Estuardo Flores Lumbreras  
Ingeniería RIM, S.A.  
Canal de Miramontes 1704  
Z.P. 21  
549 39 96

Eridamo 34  
Prados de Coyoacán  
Z.P.21  
677 54 74

Javier Galindo Glz.  
Dir. Gral. de Energía SEPAFIN  
Rfo Rhén 56-3°  
Z.P.5  
592 58 31

Melchor Ocampo 154-5  
Z.P.4

Armando V. García Torreblanca  
B. Franklin 222-401  
Z.P.18  
516 63 24

Iglesia 315  
Podregal de Sn. Angel  
568 00 61

Juan José Glz. Rua  
SEPAFIN  
Rfo Rhin 56-3°  
Z.P.5  
592 58 20

Elsa 171-2  
Gpe. Tepeyac  
Z.P.14  
517 81 70

Alejandro Guerrero Sánchez  
Construmexico, S.A.  
Av. Insurgentes Sur 1991-A-1001  
Z.P. 20  
548 82 33

Av. Sn. José 62  
Molino Sto. Tomás  
Z.P.18  
516 55 91

Facundo Guzmán Galeana  
SCT  
Insurgentes Sur 465  
Z.P. 7  
584 68 92

Av. Las Aguilas 942  
Col. Aguilas  
Z.P.20

Luis Hdz. Arfas  
Aeropuertos y Servicios Auxiliares  
Av. 602 No. 161 2°Edif. B  
Sn. J. de Aragón  
Z.P.14

Fdo. Rmz. 17-9  
Col. Roma  
Z.P.7  
762 99 47

Enrique Hoppenstedt Alfonso  
SURTELEK, S.A.  
Indianapolis 29  
Z.P.18  
523 53 29

La Arboleda 12  
Lomas de Bellavista  
Edo. de Méx.  
572 64 75

Samuel Krumholz Nudelman  
INPRODI S.A.  
Av. Presidente Juárez 2004  
Fracc. Ind. Pte. de Vigas  
Tlanepantla, Edo. de Méx.  
390 34 99

Sócrates 390 -701  
Z.P.5  
520 21 20

Jesús Lamón Gutiérrez  
Playa Langosta 302  
Ref. Ixtlaccibuatl  
Z.P.13  
539 42 90

Leopoldo López Gómez  
Obras Marítimas  
SCT  
Insurgentes Sur y B. California  
México, D.F.

Declibes 4436-4  
Gpe. Victoria  
México, D.F.  
355 69 68

José de J. López González  
PLAVICOM, S.A. de C.V.  
Calle Sn. Fco. 102  
Naucalpan, Edo. de Méx.  
576 33 44 Ext. 51

Sta. Ma. Pipioltepec  
Vista del Valle  
Naucalpan, Edo. de Méx.  
572 92 03

Eduardo Mario Maldonado Pierola  
Instituto de Ingeniería  
UNAM  
México 20, D.F.  
550 52 15

Av. Universidad 1900 Edif. 35-203  
México 20, D.F.  
548 71 78

Roberto Manrique Olmos  
PEMEX

Silvino Marcial Alvarado  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
Insurgentes Sur 465  
Z.P.11  
584 68 92

París 94  
Coyoacán  
Z.P. 21  
554 89 89

Arturo Mata Lozano  
SEPAFIN  
Río Rhin 56-3°  
Z.P.5  
592 58 20

Melchor Ocampo 154-5  
Z.P.4  
592 45 68

Juan Mateos Monterrosas  
Hubard y Bourlón, S.A.  
Alabama 80  
Z.P.18  
687 31 33

Tlaxcala 165-502  
Col. Exhipodromo Condesa  
Z.P. 11

Ariosto Molina Albores  
Aeropuertos y Servicios Auxiliares  
Av. 602 # 161  
Sn. J. de Aragón Z. P.14  
762 99 47

Edif. F-14 Entrada 6 Depto. 1  
Lomas de Plateros  
Z.P.18  
651 22 65

Raúl Monroy Montes de Oca  
Instituto Mex. del Petróleo  
Av. de los 100 Metros No. 152  
Z.P. 14  
567 66 00 Ext. 2681

Augusto Rodin 102-19  
Col. Nochebuena  
Z.P.18  
515 37 52

Adolfo Jorge Orozco Rosales  
Ings. Contratistas en Instalaciones, S.A.  
Calle Quintana Roo 141 -1°  
Z.P. 11  
564 51 11

Calle "D" Manz. 2 # 11  
Col. Educación  
Z.P. 21  
549 90 83

Roberto Pacheco Cervantes  
Aeropuertos y Servicios Auxiliares  
Av. 602-161  
Col. Sn. J. de Aragón  
Z.P.14  
763 99 47

Laguna de la Mancha 24  
Col. Granada  
Z.P. 17  
531 59 44

Felipe de Jesús Rmz. Cortés  
SCT  
Dir. Gral. de Obras Marítimas  
Insurgentes Sur 465-7°  
Z.P. 7

Sonora 148-103  
Z.P.11  
584 68 92

Ignacio Rmz. López  
Fábricas de Papel Loreto y Peña Pobre, S.A.  
Insurgentes Sur 3496  
Z.P.22  
573 70 66

Centauro 171  
Prado Churubusco  
Z.P. 13  
670 22 25

Neftali L. Roch Glz.  
Cfa. de Luz y Fza. del Centro  
Melchor Ocampo 171-4°  
Z.P.17  
592 09 12

Hda. Purísima 32  
Prados del Rosario  
Z.P. 16  
352 16 53

Edgardo Rdz. Cornado  
Instituto de Ingeniería  
UNAM  
Z.P.20  
550 52 15 Ext. 3600

Calle Oriental Edif. 27-13  
Col. A. Popular Revolucionaria  
Z.P. 21

Arturo Rdz. Reyes  
Ing. de Sistema de Transporte Metropolitano  
Legaría 252  
Z.P.17  
399 69 22 Ext. 184

V. Cuiclahuac E 20 B 403  
Nva. Sta. Ma.  
México, D.F.

Héctor Raúl Rdz. Valdéz  
Montajes Industriales del Sur  
Manzana III-26  
Col. Ayotla, Edo. de Méx.  
4 02 57

Samuel Etcana Rojano Ricaño  
Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial  
Río Rhin 56-4°  
Z.P.5  
592 51 11

Ote. 101 # 2715-1  
Col. Joyita  
Z.P.14  
517 79 73

Marjo Alberto Salazar Gtz.  
Ing. de Transporte Metropolitano  
Legaría 252  
Z.P.17  
399 69 22 Ext. 184

Manuel Glz. 184-107  
Tlatelolco  
Z.P.3

Miguel Salcedo Ruiz  
 Operadora de Tiendas de Descuento, S.A.  
 Nextengo 78  
 St. Cruz Acayucán, D.F.  
 561 81 13

Carlos Sánchez López  
 PEMEX

Carlos F. Schez. López de la Vega  
 PEMEX  
 Herradura No. 1  
 Campo PEMEX  
 Poza Rica, Ver.  
 2 05 60

I. Marco Antonio Santillán Zamudio  
 CAVISA, S.A.  
 Gmo. Barroso 20 A  
 Las Armas  
 Pte. de Vigas, Edo. de Méx.  
 562 85 30

J. Jesús Segovia Rmz.  
 SCT  
 Dir. Gral. de Obras Marítimas  
 Insurgentes Sur 465  
 Z.P.7  
 584 68 92

José Luis Serapio  
 PEMEX

Celestino Tovar Solís  
 Envases Grales. Const. de Méx, S.A.  
 Ote. 107-114  
 Col. Bandojito  
 México D.F.  
 759 16 88

Cruz Vázquez Rosales  
 Hubard Burlón  
 Alabama 80  
 Z.P.18  
 687 31 33

Jesús Velázquez Bahena  
 Facultad de Ingeniería  
 UA Edo. de Méx.  
 Toluca, Méx.  
 4 08 55

Acueducto Pipioltepec 62  
 Naucalpan, Edo. de Méx.  
 373 33 54

Casa 36  
 Col. Loma Bonita  
 Poza Rica, Ver.  
 2 13 60

Mitla 526  
 Col. Independencia  
 Z.P. 13  
 532 52 73

Czada. de la Viga 890-7  
 Héroes de Churubusco  
 Z.P.13  
 670 33 63

Av. ANDSA 40  
 Nva. Ixtacala  
 Tlanepantla, Edo. de Méx.  
 392 88 12

Tierra Colorada 309  
 Col. Tierra Nva.  
 Z.P.16  
 561 98 60

Agustín Millán 410  
 Col. Electricistas  
 Toluca, México  
 4 11 75

José Herminio Vera Chávez  
Diesel Nacional  
Ciudad Sahagún, Hgo.  
3 05 00 Ext. 190

Victoria Ote. 204  
Tulancingo, Hgo.  
31 6 67

