



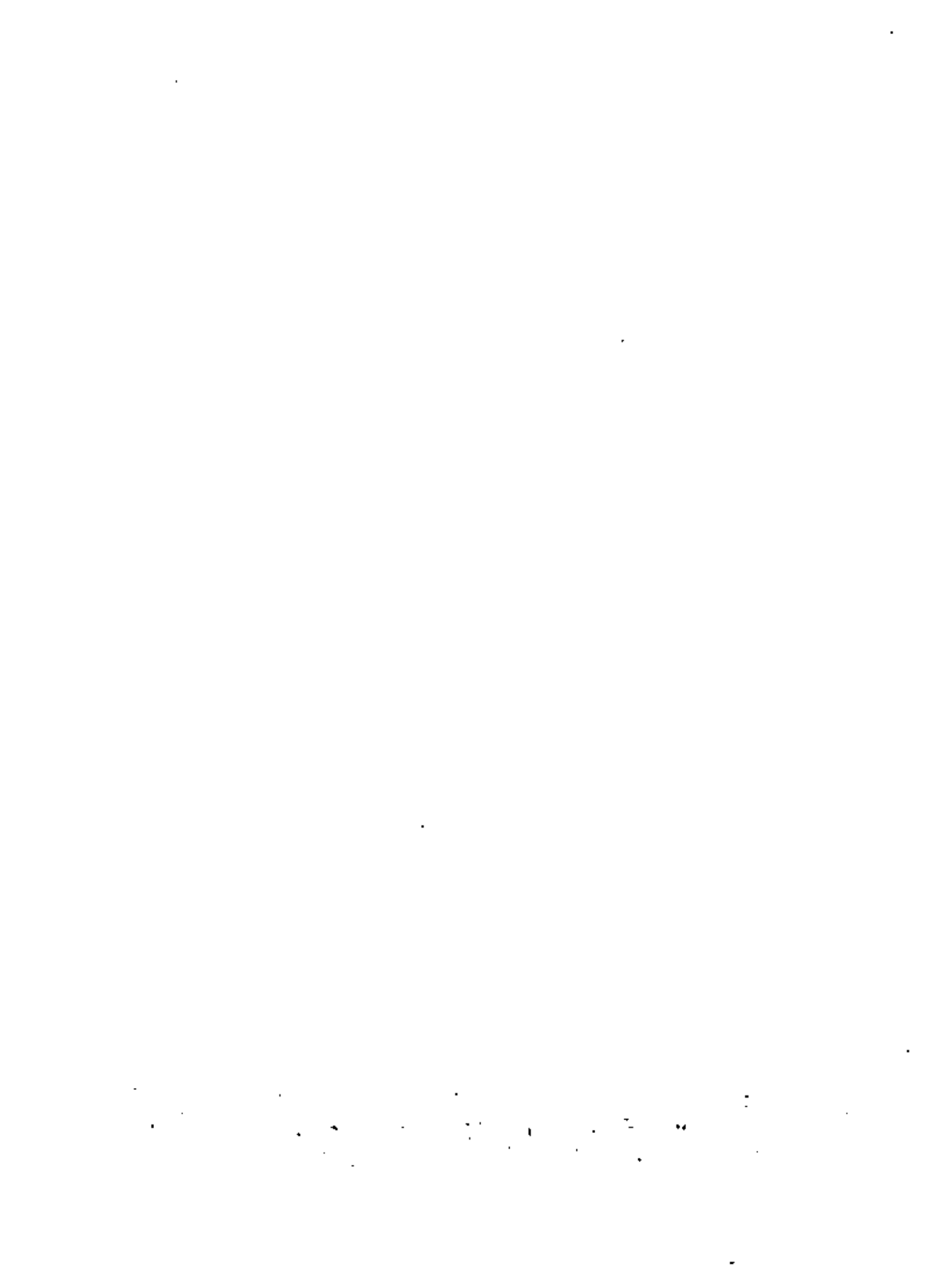
**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS
(EN COLABORACION CON EL INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD VERACRUZANA)

- SISTEMA DE DISTRIBUCION
 - CIRCUITOS DERIVADOS
 - CIRCUITOS ALIMENTADORES
 - TABLEROS DE DISTRIBUCION

- CARGAS
 - CARGA DE ALUMBRADO
 - CARGA DE APARATOS
 - CARGA DE FUERZA

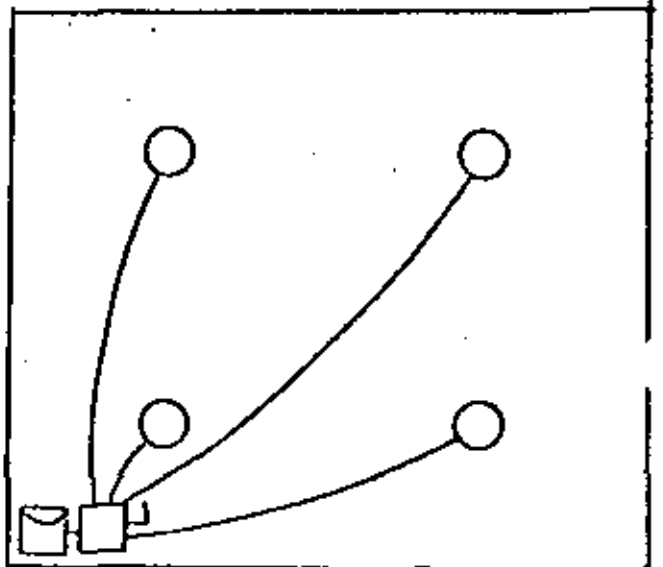
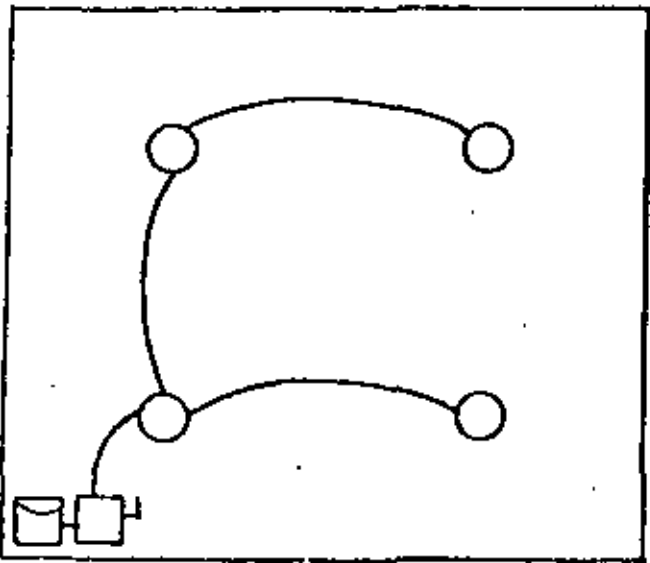
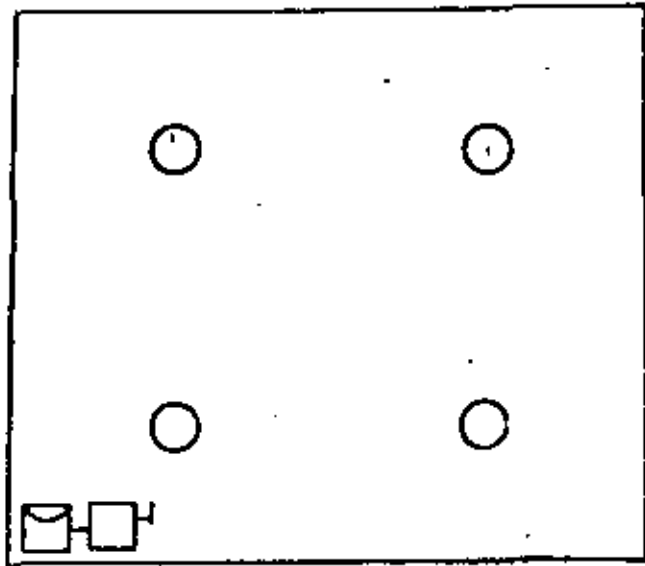
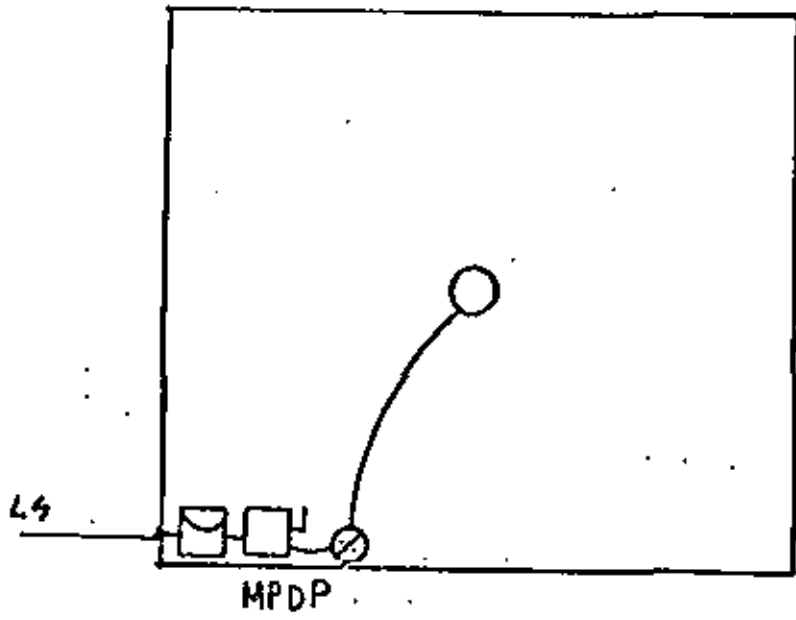
ING. IGNACIO GONZALEZ
15-16 OCTUBRE, 1982



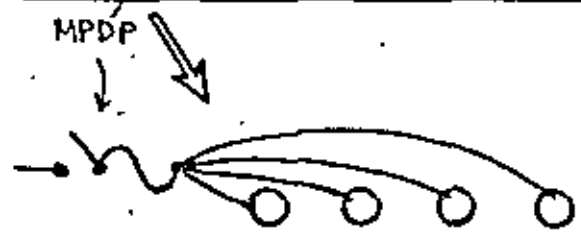
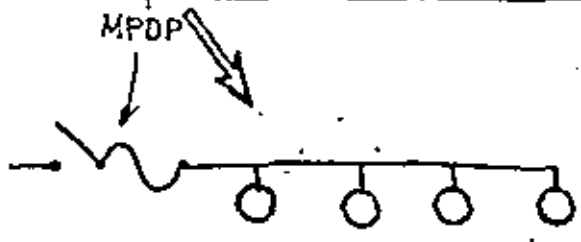
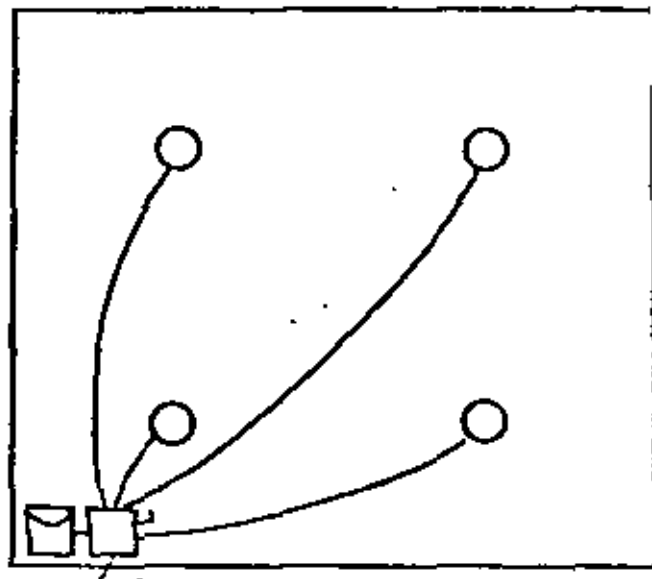
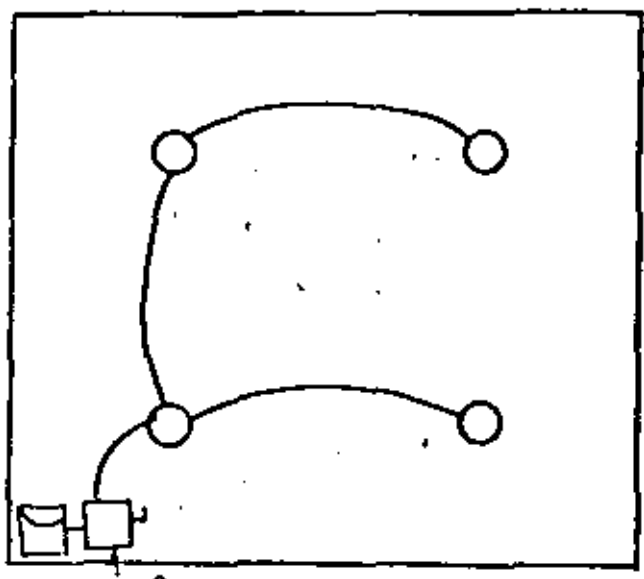
SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR :-

- CIRCUITOS ALIMENTADORES.
- CENTROS de DISTRIBUCION.
(TABLEROS.)
- CIRCUITOS DERIVADOS. -

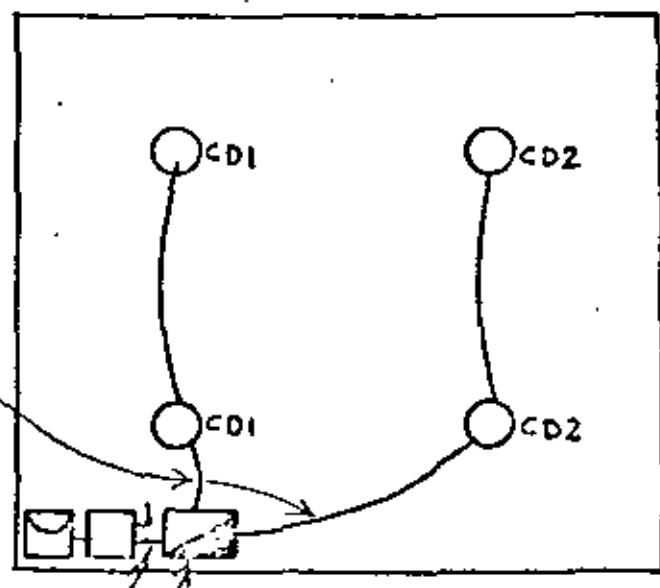
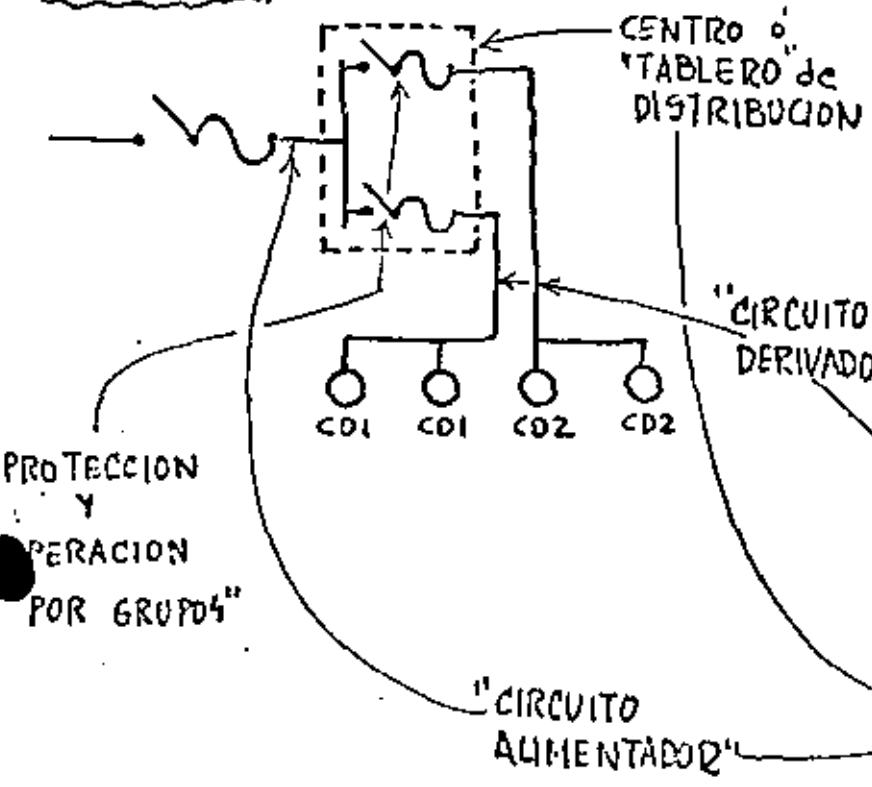


3

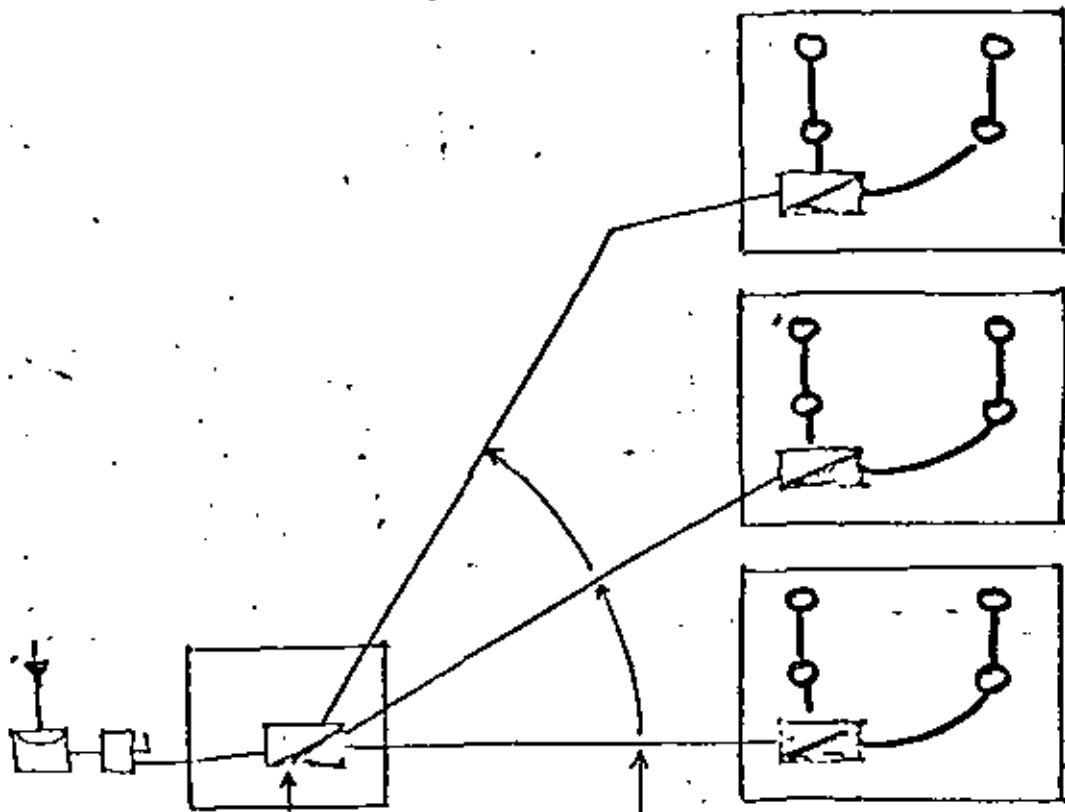


FALLA →
 POSIBILIDAD
 OPERACION → } TOTAL

SOLUCION:

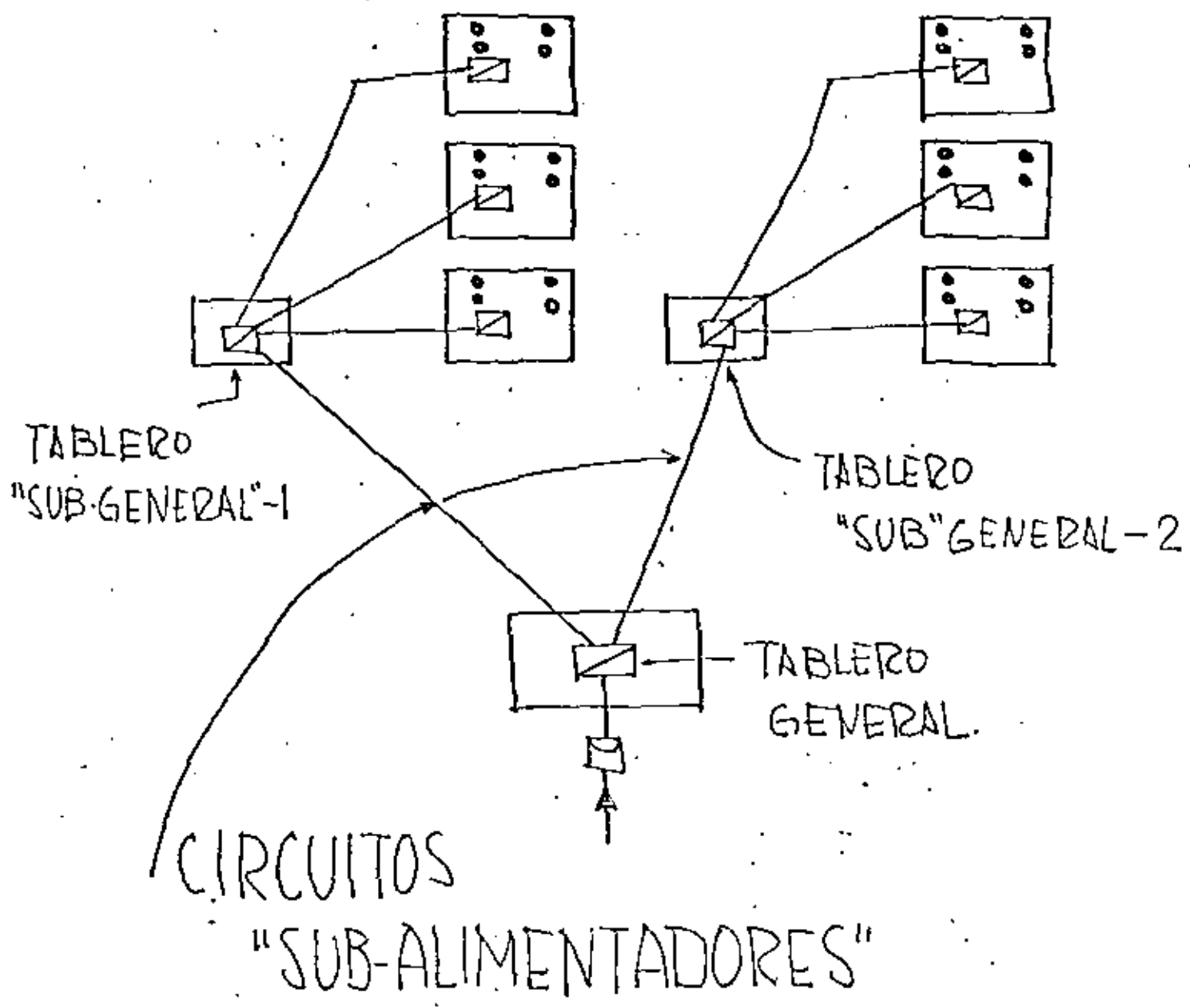


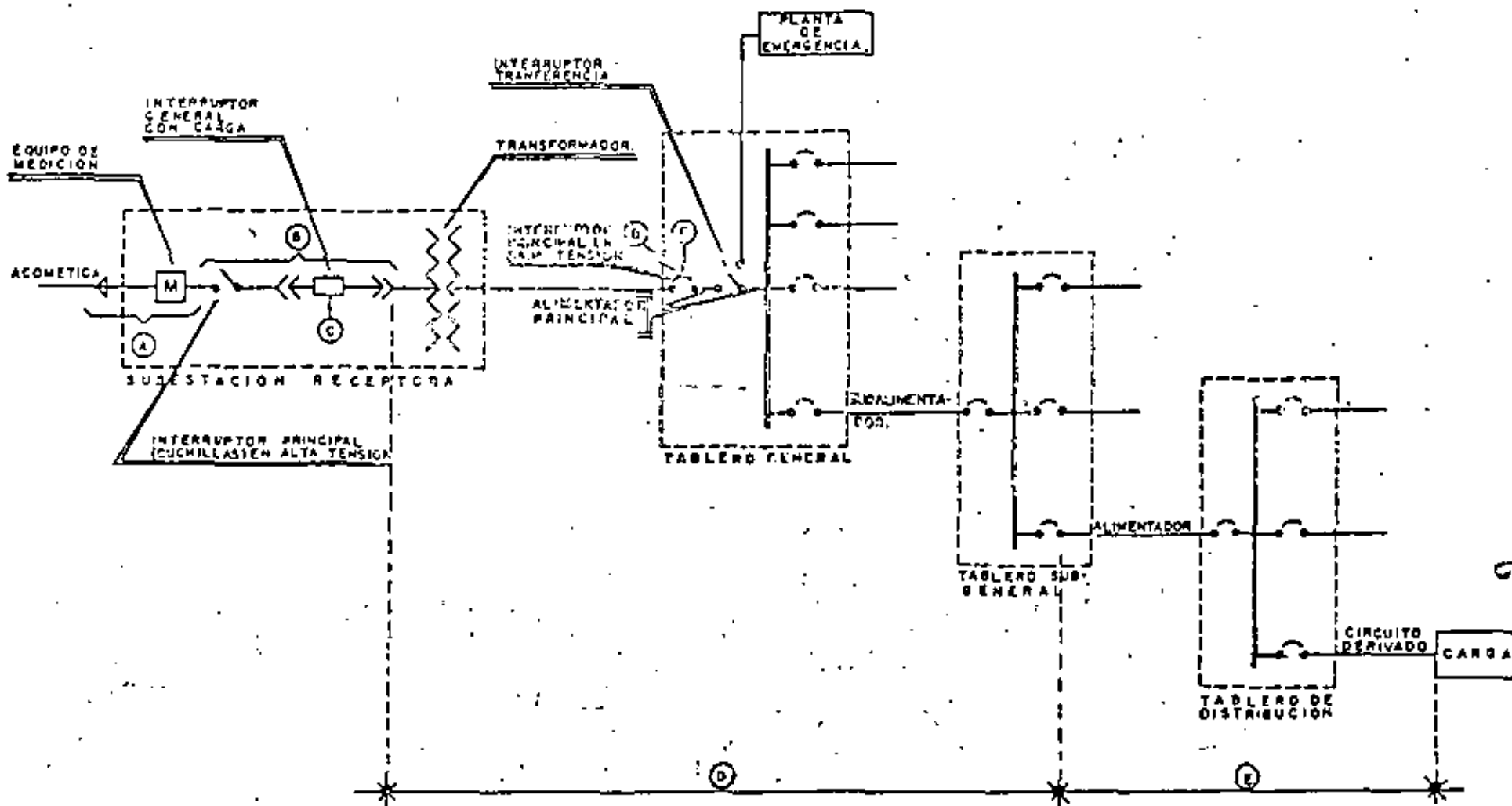
PROTECCION
 Y
 OPERACION
 POR GRUPOS



TABLERO
GENERAL

CIRCUITOS
ALIMENTADORES

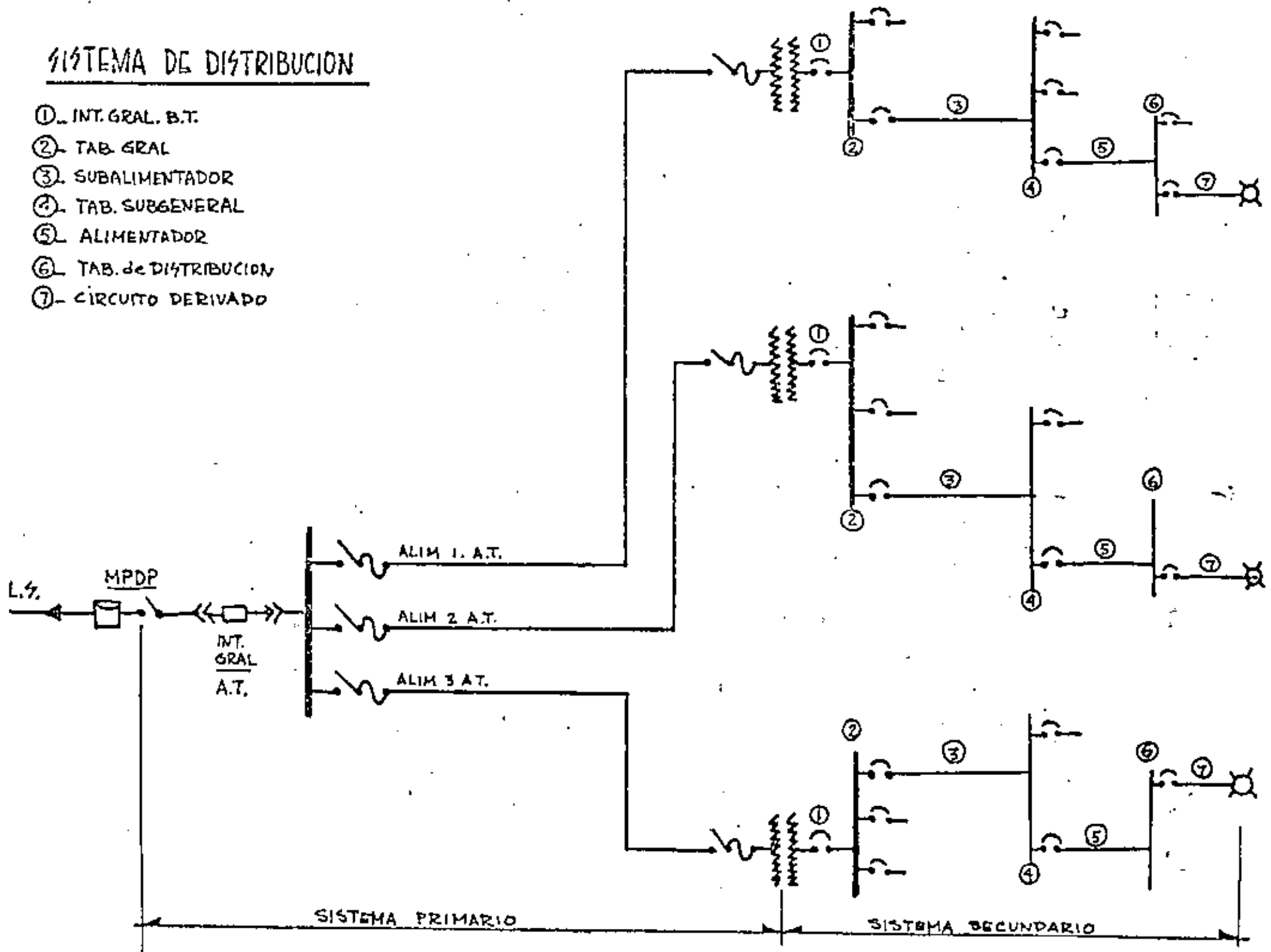




- (A) DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA.
- (B) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE DESCONEXION.
- (C) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE PROTECCION.
- (D) SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIO.
- (E) SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIO.

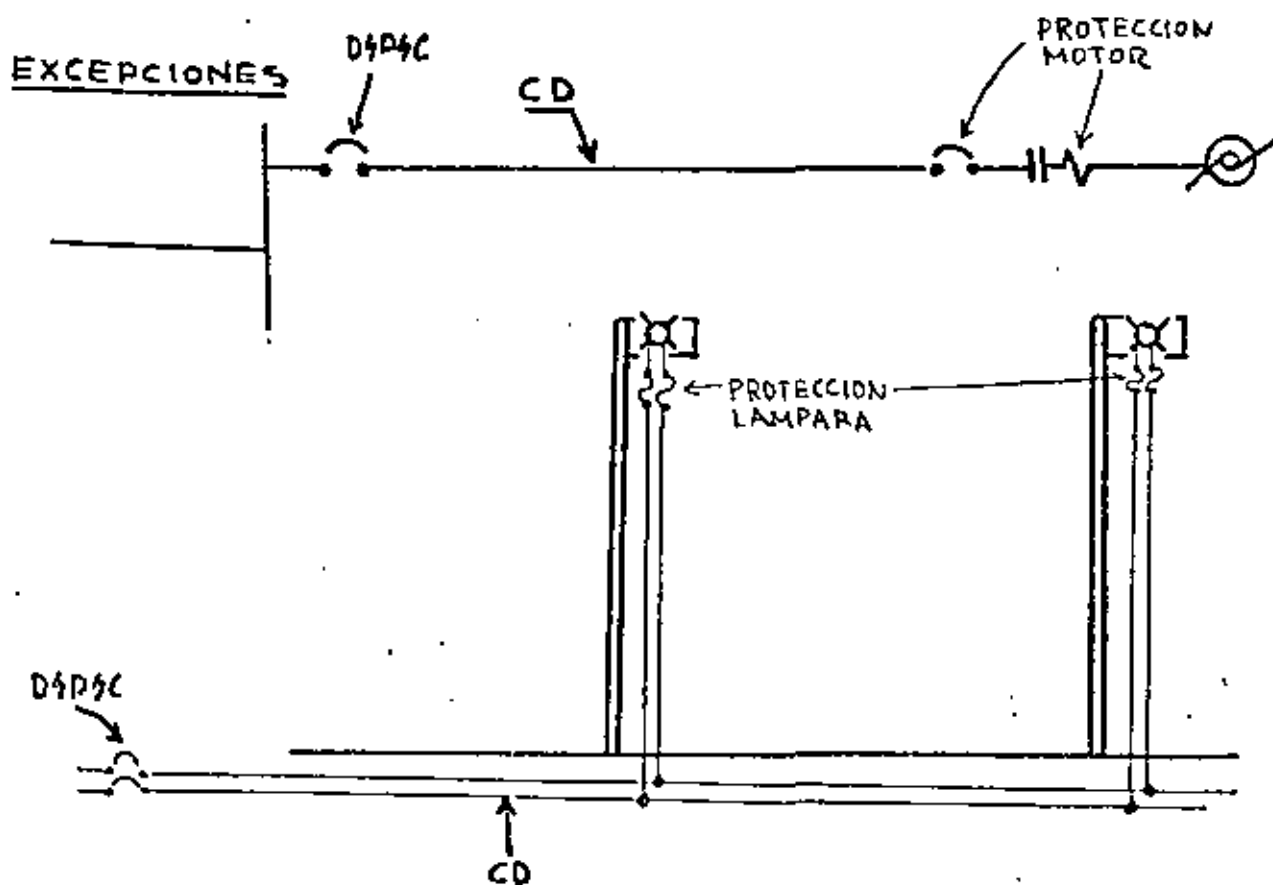
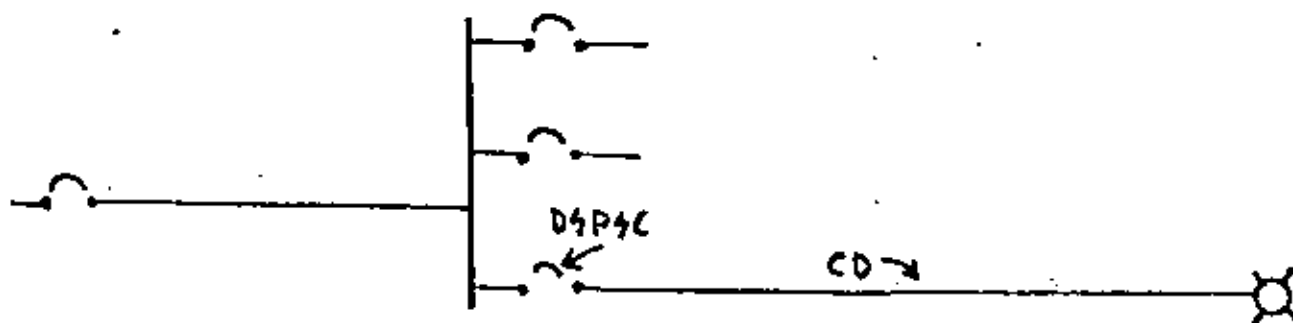
SISTEMA DE DISTRIBUCION

- ① INT. GRAL. B.T.
- ② TAB. GRAL
- ③ SUBALIMENTADOR
- ④ TAB. SUBGENERAL
- ⑤ ALIMENTADOR
- ⑥ TAB. de DISTRIBUCION
- ⑦ CIRCUITO DERIVADO



CIRCUITO DERIVADO ... 8

"CONJUNTO DE CONDUCTORES Y DEMAS ELEMENTOS QUE SE EXTIENDEN DESDE LOS ULTIMOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION... HACIA LAS CARGAS"



Clasificación de los circuitos

9

1. - De acuerdo con su conexión eléctrica
2. - - - - - USO

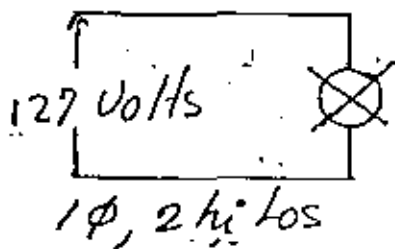
1. - De acuerdo con su conexión.

1.1.) En función del tipo de Circuito eléctrico:

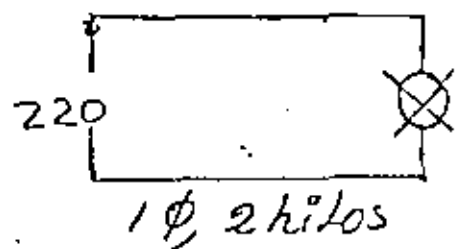
- 1.1) CIRCUITO SERIE ($I = cte$)
 - 1.2) CIRCUITO PARALELO ($V = cte$)
- } CON RESPECTO
} A LA CARGA

1.2.) En función de la cantidad de conductores que establecen el circuito:

(1.2.1.)

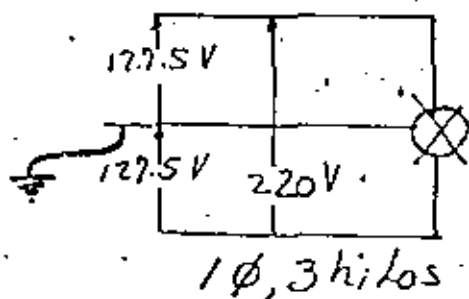


(1.2.2)

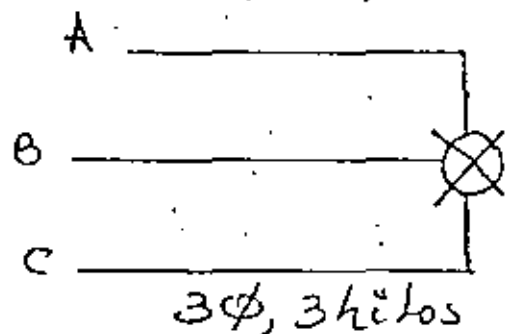


CIRCUITO DERIVADO MULTIFILAR NTIE-81-101

(1.2.3)

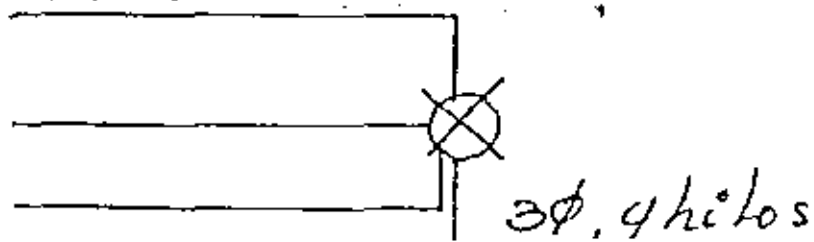


(1.2.4)



"DOS O MÁS CONDUCTORES
ACTIVOS CON UNA ΔV
ENTRE SÍ... Y UN
CONDUCTOR PUESTO
A TIERRA

(1.2.5)



2).- De acuerdo con su uso ¹⁰⁾ (NO EN NTIE)

2.1.- Uso General { CIRCUITO DE ALUMBRADO
CIRCUITO DE CONTACTO

2.2.- Uso para aparatos

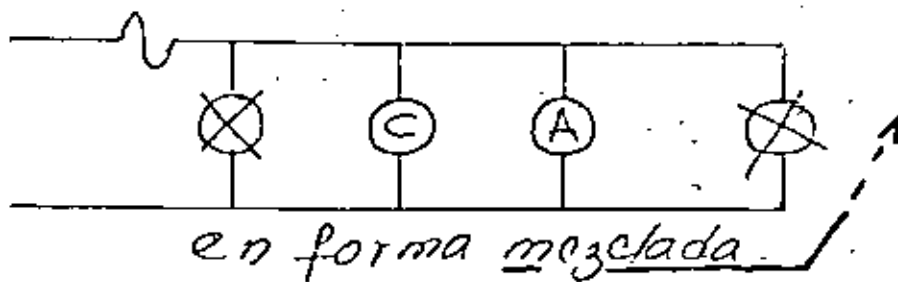
2.3.- Uso para cargas individuales

2.4.- Uso para motores.

- CARGAS INDIVIDUALES MAYORES DE 50A DEBEN ABASTECERSE POR C.D. INDIVIDUAL - NTIE-202-10-C
 - CUALQUIER CARGA INDIVIDUAL EN CUALQUIER LOCAL - NTIE-202-10-B-LOCAL
- aparatos indistintamente

2.4.- Uso General

* para cargas de alumbrado y aparatos indistintamente



NO RECOMENDADO PARA APARATOS QUE TOMEN MAS DE 3 AMPS. (PLANCHAS, PARRILLAS, REFRIGERADORES, LAVADORAS, ETC. - NTIE-202-10-B

¿cuantas lamp, C, A, etc... se debe de conectar?

SEGUN LA "CLASIFICACION" DEL CIRCUITO

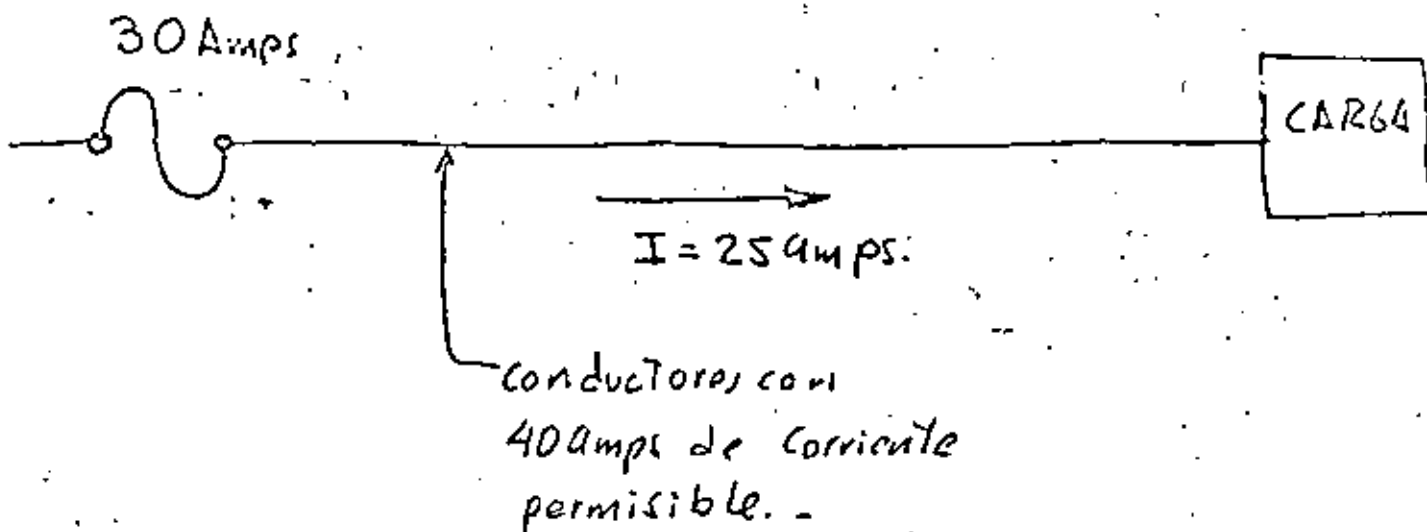
¿QUE ESTABLECE LA "CLASIFICACION" DE LOS CIRCUITOS DE USO GENERAL?

LA CAPACIDAD del CIRCUITO.

CAPACIDAD DE UN CIRCUITO DERIVADO

||

CAPACIDAD DE SU PROTECCION

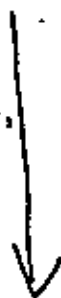


capacidad = 30 amps.

CLASIFICACION de LOS CIRCUITOS DERIVADOS



CAPACIDAD COMERCIAL DE LOS
MEDIOS de PROTECCION - NTIE-81-202-3



- 15 amp.
- 20 amps.
- 30 amps.
- 40 amp.
- 50 amp.

1.- EN TENSION:Limitaciones del circuito de uso General.

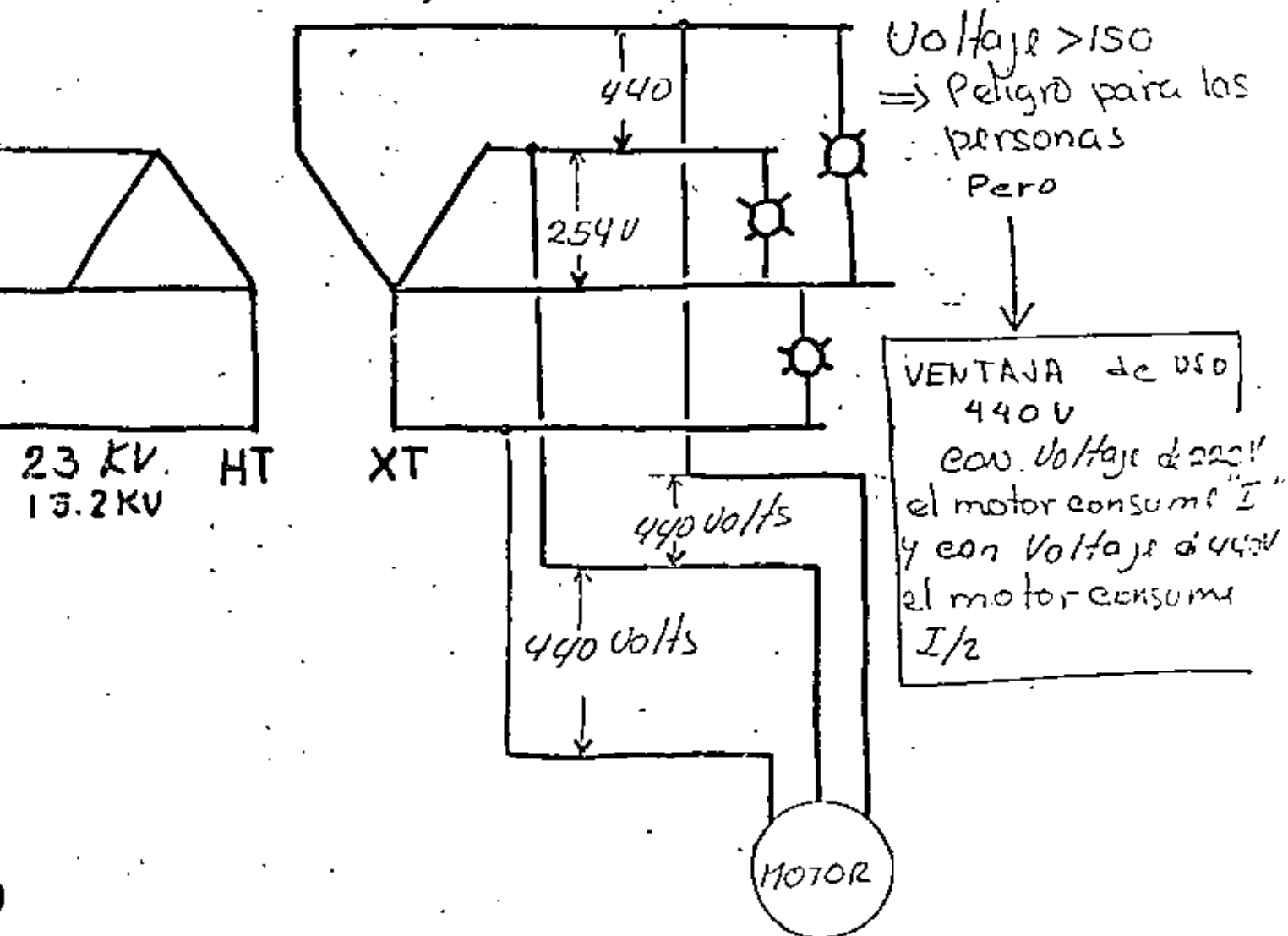
1.- Voltaje al neutro < 150 Volts ——— NTIE-81-202-5. a
 excepciones:

a) - EDIFICIOS INDUSTRIALES y COMERCIALES (Hasta 300V)

- * que tenga mantenimiento responsable
- * que tenga unicamente carga de alumbrado
- * que tenga altura mayor de 2.40m las cargas.

// DEMOS SIN INTERRUPTOR INTEGRAL //

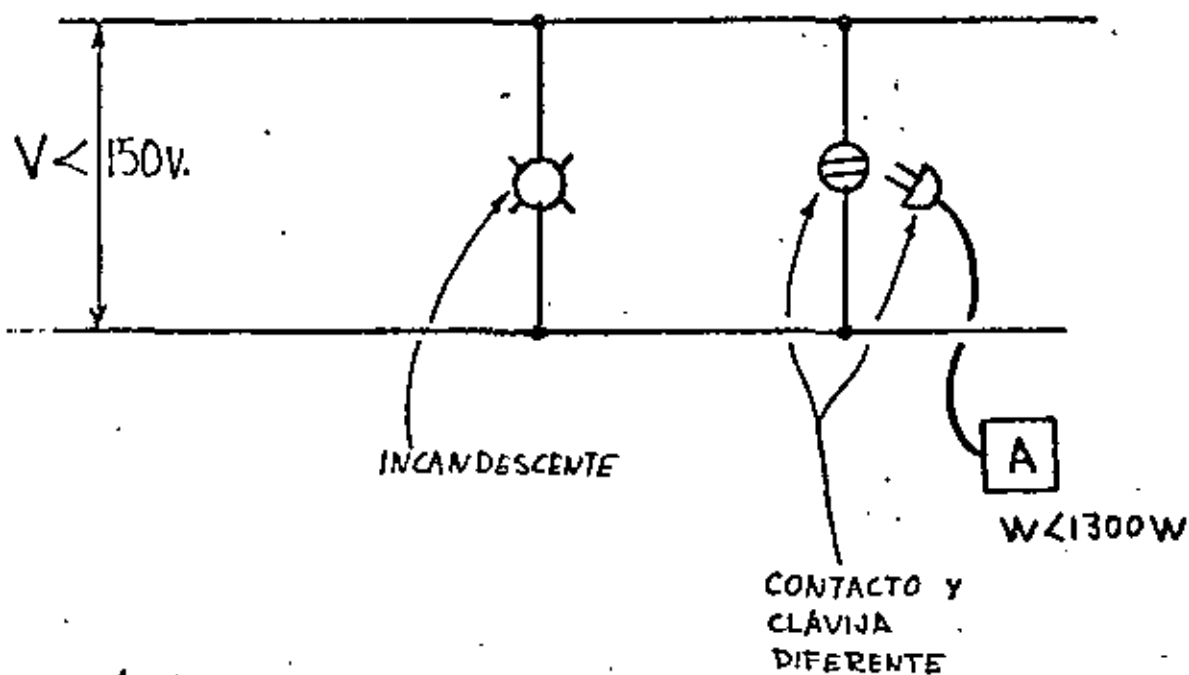
* PORTALAMPARAS TIPO "MOGUL"



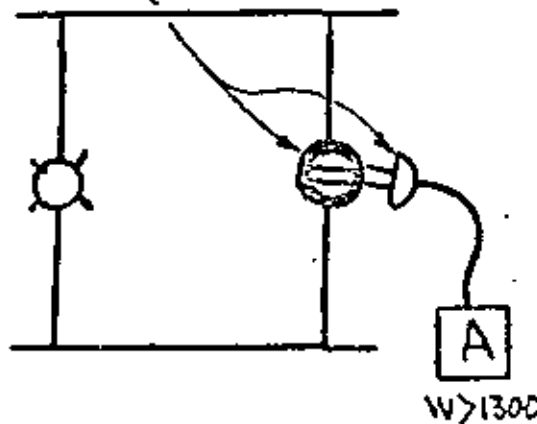
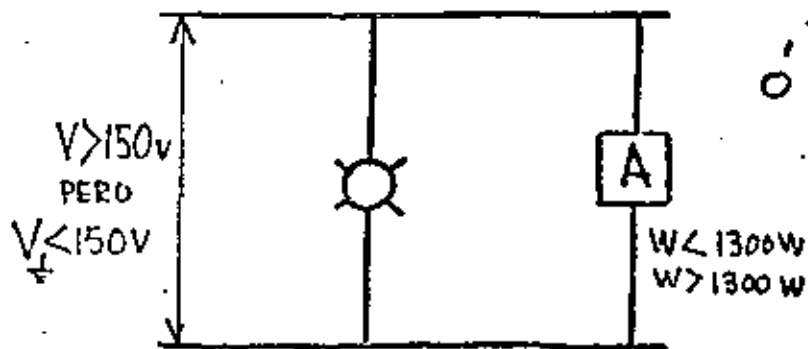
1.2 TENSION ENTRE CONDUCTORES

- En: • CASAS HABITACION
- HOTELES

- LOCALES "SIMILARES"



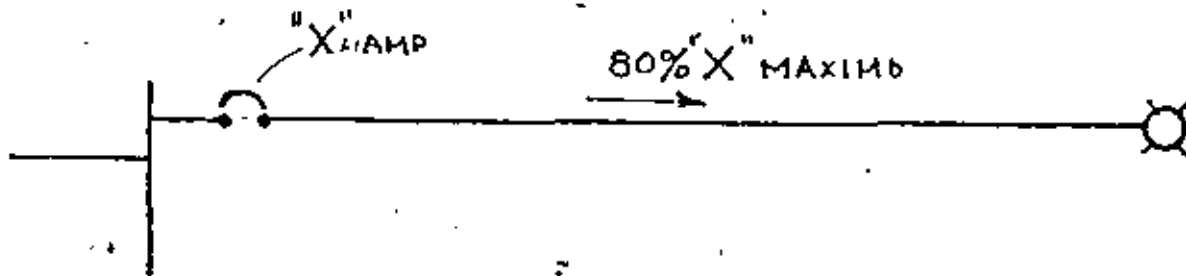
Si'



2.- CIRCUITOS CON "CARGA CONSTANTE"

NTIE 202-8

3H4 CONTINUAS



ALTERNATIVA: DISMINUCION
NO NECESARIA SI SE USA
FACTOR DE AGRUPAMIENTO
EN DISEÑO CONDUCTOR.

3- RESIDENCIAS

MAXIMO = 20 AMP → 2550 W

NTIE 202-10-22

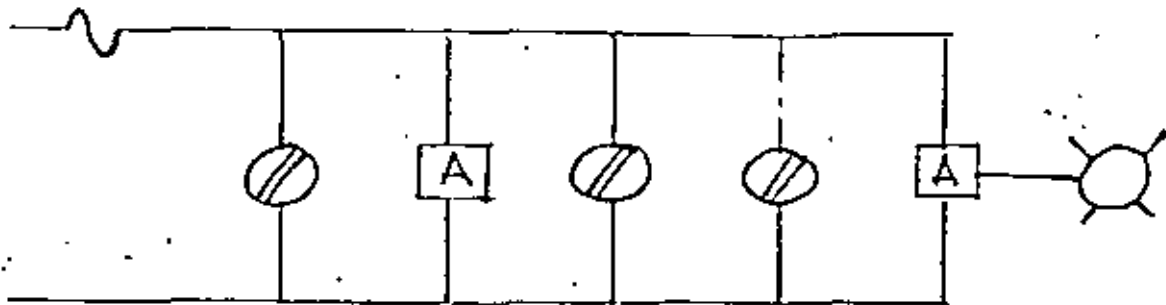
4- PORTALAMPARAS "SENCILLO"

MAXIMO = 20 AMP → 2550 W

CAPACIDAD
MENOR DE
600W:
• SOQUET
• BASE FL.
• BASE SL.

"MOGUL" → O.K.

NTIE-202-11-2



A ... aparatos ... carga definida
/ ... contactos (toma corriente) * alumbrado integral

a). Para cargas definidas (aparatos no motor).

b). Para cargas indefinidas.

La capacidad del circuito queda definida por la capacidad del dispositivo de protección.

Especificaciones de la capacidad de los circuitos :

- * circuito de 15 Amp.
- * - - 20 Amp.
- * - - 30 Amp.
- * - - 50 Amp. ^{40AMP}

LIMITACION EN TENSION :

- SE APLICA TAMBIEN NTE-202-S-6 (1.2-CTO GENL.)

CIRCUITO DE FUERZA

17

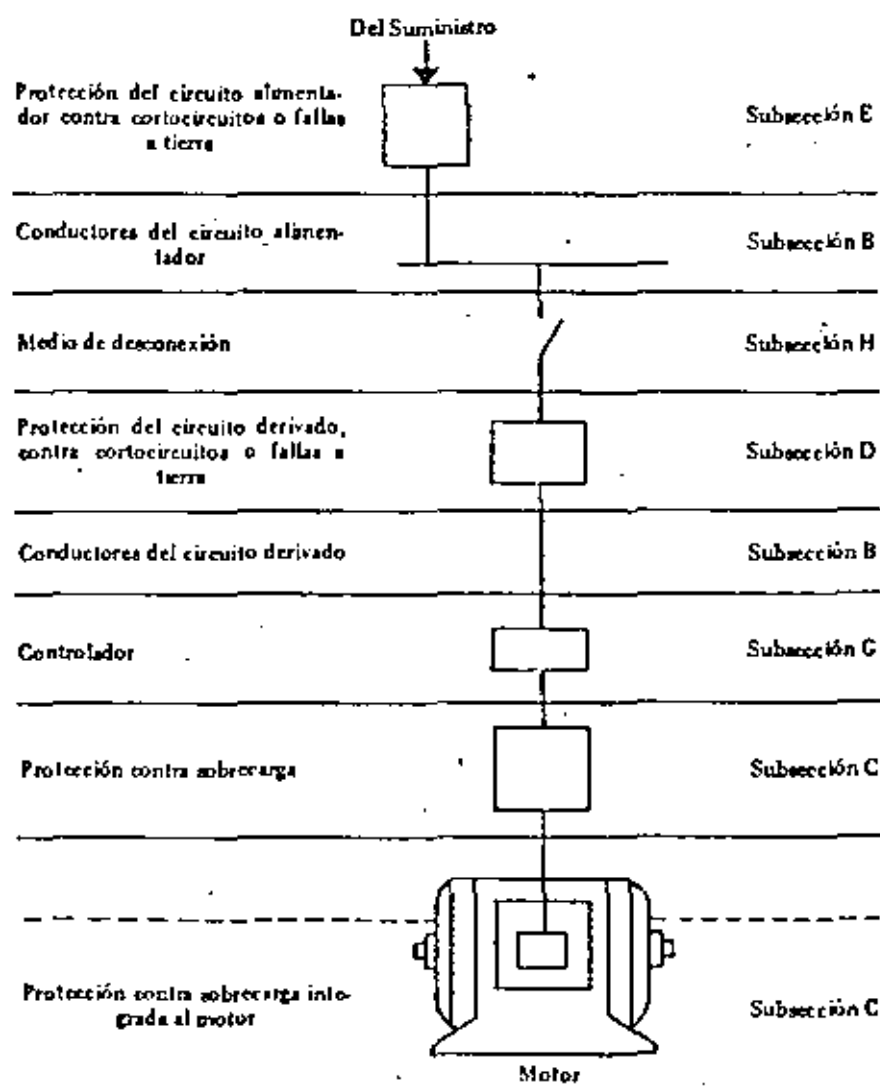
1) Elementos integrantes:

NTIE-81

132

Figura 403.1

Diagrama que muestra la forma en que está dividida la Sección 403.

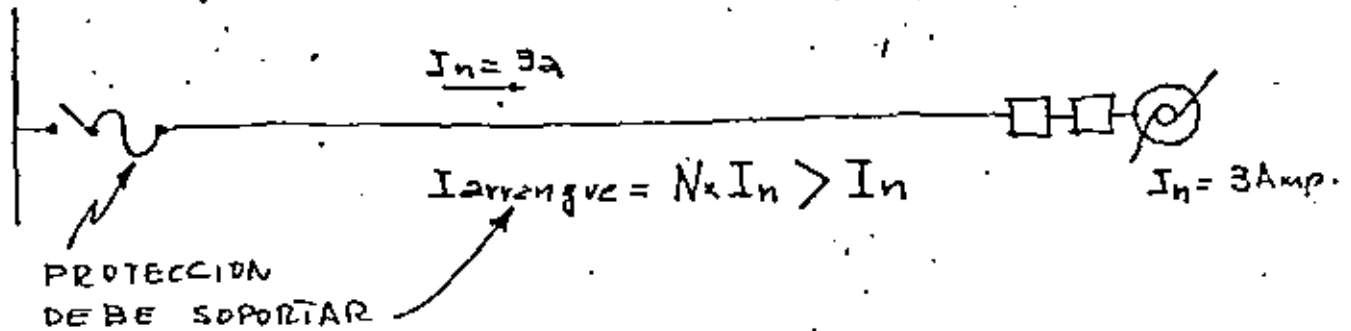


Otras subsecciones que aparecen en esta sección:

Generalidades	Subsección A
Circuitos de control de motores	Subsección F
Requisitos para tensiones mayores de 1 000 voltios	Subsección I
Conexión a tierra	Subsección J

Capacidad \neq Capacidad del medio de protección del circuito

Capacidad = "Capacidad permisible de sus conductores."



Capacidad permisible de los conductores que abastecen a un motor:

NTIE = 125%
403-14

de la corriente nominal a plena carga del motor

ARTICLE 430—MOTOR CIRCUITS, CONTROLLERS 70-295

Table 430-72(a) Exception. Duty-Cycle Service

Classification of Service	Percentage of Nameplate Current Rating			
	5-Minute Rated Motor	15-Minute Rated Motor	30 & 60 Minute Rated Motor	Continuous Rated Motor
Short-Time Duty Operating valves, raising or lowering rolls, etc.	110	120	150	...
Intermittent Duty Freight and passenger elevators, tool heads, pumps, draw bridges, turntables, etc. For arc welders, see Section 630-31	85	85	90	140
Periodic Duty Rolls, ore and coal-handling machines, etc.	45	90	95	140
Starting Duty	110	120	150	200

Any motor application shall be considered as continuous duty unless the nature of the apparatus it drives is such that the motor will not operate continuously with load under any condition of use.

EXCEPCIONES \neq NTIE:

CUANDO EL SERVICIO SEA:

- DE "CORTO TIEMPO"
- INTERMITENTE
- PERIODICO
- VARIABLE

EN LUGAR DE 125% UGAR FACTORES

TABLA 403.14
Factores para seleccionar los conductores para motores que no sean de servicio continuo

19

Tipo de Servicio que requiere la carga	Por ciento de la corriente nominal indicada en la placa de datos			
	Régimen de trabajo para el cual fue diseñado el motor			
	5 Minutos	15 Minutos	30 y 60 Minutos	Continuo
De corto tiempo: Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	110	120	150	-
Intermitente: Ascensora y montacargas, máquinas-herramientas, bombas, puentes levadizos o giratorios, plataformas giratorias, etc. (para soldadoras de arco véase el artículo 518.12).	85	85	90	140
Periódico: Rodillos, máquinas para manipulación de minerales, etc.	85	90	95	140
Variable:	110	120	150	200

Cualquier aplicación de un motor se considera como de servicio continuo, a menos que la naturaleza de la máquina o aparato accionado sea tal que el motor no opere continuamente con carga bajo cualquier condición de uso.

CORTO TIEMPO - FUNCIONAMIENTO DE UNA CARGA SUSTANCIALMENTE CONSTANTE POR UN TIEMPO CORTO DEFINIDO

INTERMITENTE - FUNCIONAMIENTO POR PERIODOS ALTERNADOS:
 1) CON CARGA Y SIN CARGA
 2) CON CARGA Y DESCONECTADO
 3) CON CARGA, SIN CARGA Y DESCONECTADO

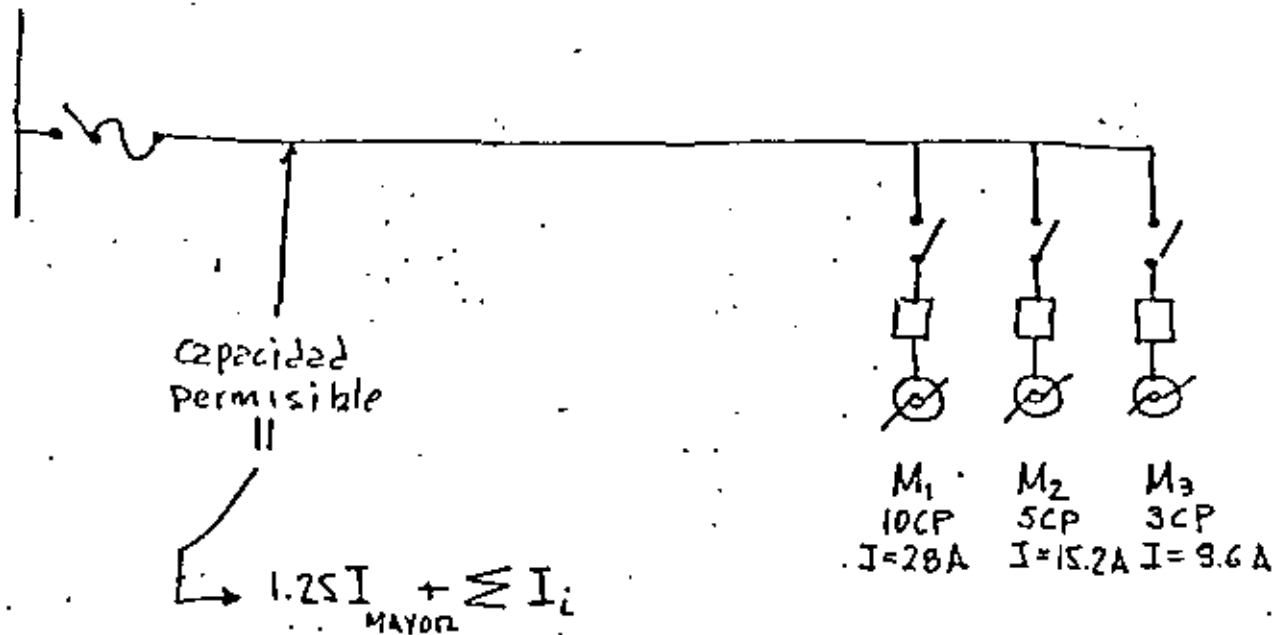
PERIODICO - INTERMITENTE CON CONDICIONES DE CARGA RECURRENTES

VARIABLE - LA CARGA Y SUS INTERVALOS DE DURACION SUJETOS A VARIACIONES CONSIDERABLES.

CONTINUO - CARGA SUSTANCIALMENTE CONSTANTE POR UN TIEMPO LARGO INDEFINIDO

CIRCUITO CON VARIOS MOTORES.

NTIE-403-16



Example = $1.25 \times 28 + 15.2 + 9.6 = 59.8$

70-258

NATIONAL ELECTRICAL CODE

Table 430-148. Full-load Currents in Amperes

Single-Phase Alternating-Current Motors

The following values of full-load currents are for motors running at usual speeds and motors with normal torque characteristics. Motors built for especially low speeds or high torques may have higher full-load currents, and multispeed motors will have full-load current varying with speed, in which case the nameplate current ratings shall be used.

To obtain full-load currents of 208- and 200-volt motors, increase corresponding 230-volt motor full-load currents by 10 and 15 percent, respectively.

The voltages listed are rated motor voltages. Corresponding nominal system voltages are 110 to 120 and 220 to 240.

HP	115V	230V
$\frac{1}{8}$	4.4	2.2
$\frac{1}{4}$	5.8	2.9
$\frac{3}{8}$	7.2	3.6
$\frac{1}{2}$	9.8	4.9
$\frac{3}{4}$	13.8	6.9
1	16	8
$1\frac{1}{2}$	20	10
2	24	12
3	34	17
5	56	28
$7\frac{1}{2}$	80	40
10	100	50

NIE-81

Tabla 403.94
Corriente a plena carga en amperes, de
motores monofásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.

C.P.	127 V.	220 V.
1/6	4.0	2.3
1/4	5.3	3.0
1/3	6.5	3.8
1/2	8.9	5.1
3/4	11.5	7.2
1	14.0	8.4
1 1/2	18.0	10.0
2	22.0	13.0
3	31.0	18.0
5	51.0	29.0
7 1/2	72.0	42.0
10	91.0	52.0

Tabla 403.93
Corriente a plena carga en amperes, de motores
de corriente directa

C.P.	Tensión nominal de armadura		
	120 V.	240 V.	500 V.
1/4	3.1	1.6	
1/3	4.1	2.0	
1/2	5.4	2.7	
3/4	7.6	3.8	
1	9.5	4.7	
1 1/2	13.2	6.6	
2	17.0	8.5	
3	25.0	12.2	
5	40.0	20.0	
7 1/2	58.0	29.0	13.6
10	76.0	38.0	18.0
15		55.0	27.0
20		72.0	34.0
25		89.0	43.0
30		106.0	51.0
40		140.0	67.0
50		173.0	83.0
60		206.0	99.0
75		255.0	123.0
100		341.0	164.0
125		425.0	205.0
150		506.0	246.0
200		675.0	330.0

Los valores dados en esta tabla son para motores funcionando a su velocidad normal.

- REQUERIDOS

ANALIZAR :-

- ①.- CANTIDAD SUFICIENTE PARA ALIMENTAR A TODA LA CARGA DEFINIDA
- ②.- LAS LIMITACIONES DE CADA TIPO DE CIRCUITO
- ③.- LA POSICION RELATIVA DE SALIDAS Y DE LOS TABLEROS, Y SU INFLUENCIA EN LA CAIDA DE TENSION EN LOS CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES
- ④.- ESTABLECER UNA DISTRIBUCION UNIFORME DE LA CARGA.

⑤.- SE RECOMIENDA:

CIRCUITOS ALUMBRADO

< INDEPENDIZAR >

CIRCUITOS PARA

A }
Ø }

MAS DE 3 AMP %

- PLANCHAS
- PARRILLAS
- REFRIGERADORES ETC.

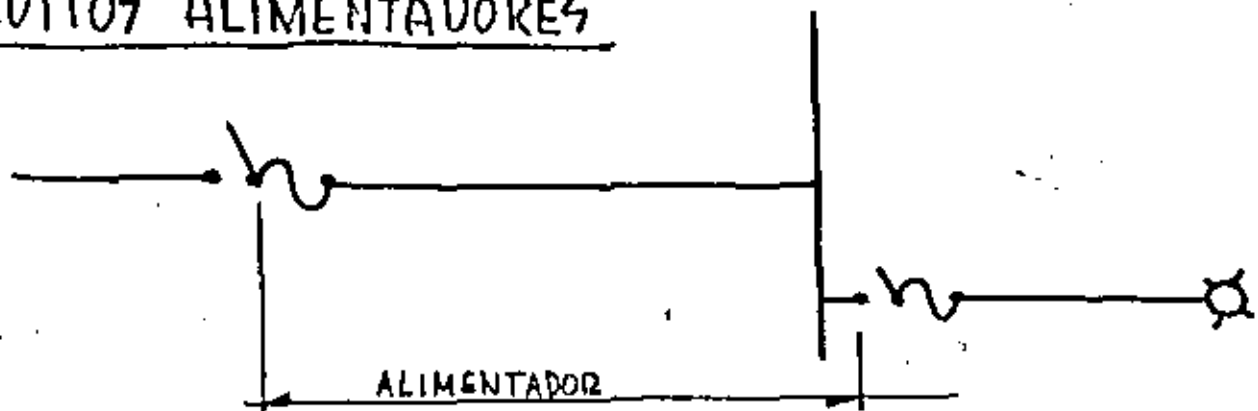
⑥.- EN RESIDENCIAS -

NTIE-204.3b :

2 CIRCUITOS DE 20AMP, INDEPENDIENTES PARA Ø DE

• COCINA
 • LAVADO
 • SALA
 • COMEDOR

CIRCUITOS ALIMENTADORES



CONJUNTO DE CONDUCTORES Y DEMAS ELEMENTOS QUE SE ENCUENTRAN ENTRE EL MEDIO PRINCIPAL DE DESCONEXION Y LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS.

CALIBRE

DEBE TENER UNA CAPACIDAD NO MENOR A LA DEMANDA MAXIMA DETERMINADA. NTIE.2032,209-7

calibre minimo: #10 AWG (5.26 mm²)
NTIE-203-2

DEMANDA-MAXIMA:

SUMA DE LA CARGA DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS ABASTECIDOS, MULTIPLICADA POR EL "FACTOR DE DEMANDA"

FACTOR de DEMANDA

$$F.D. = \frac{\text{DEMANDA MAXIMA}}{\text{CARGA CONECTADA}}$$

DETERMINACION

FACTORES de
- DEMANDA

Tabla 204.8 a)

Factores de demanda para el cálculo de la carga de alumbrado general en alimentadores

Tipo de local	Parte de la carga de alumbrado general a que se le aplica el factor de demanda	Factor de demanda en el alimentador.*
Casas habitación	Primeros 3 000 watts o menos Exceso sobre 3 000 watts	100% 35%
** Hoteles	Primeros 20 000 watts o menos Exceso sobre 20 000 watts	50% 40%
** Hospitales	Primeros 50 000 watts o menos Exceso sobre 50 000 watts	40% 20%
Edificios de oficinas. Escuelas	Primeros 20 000 watts o menos Exceso sobre 20 000 watts	100% 70%
Otros locales	Carga total de alumbrado general	100%

• ALUMBRADO GENERAL:

SEGUN NTIE 208.2 →

• CONTACTOS:

• CARGA INDEFINIDA:

ESTIMAR 180W/Φ Y

APLICAR NTIE 208.2 →

• APARATOS:

UN [A] / CTO ⇒ FD = 100%

DOS O MAS [A] / CTO ⇒ FD = 75%

[A] CALIFACCION ⇒ FD = 100%

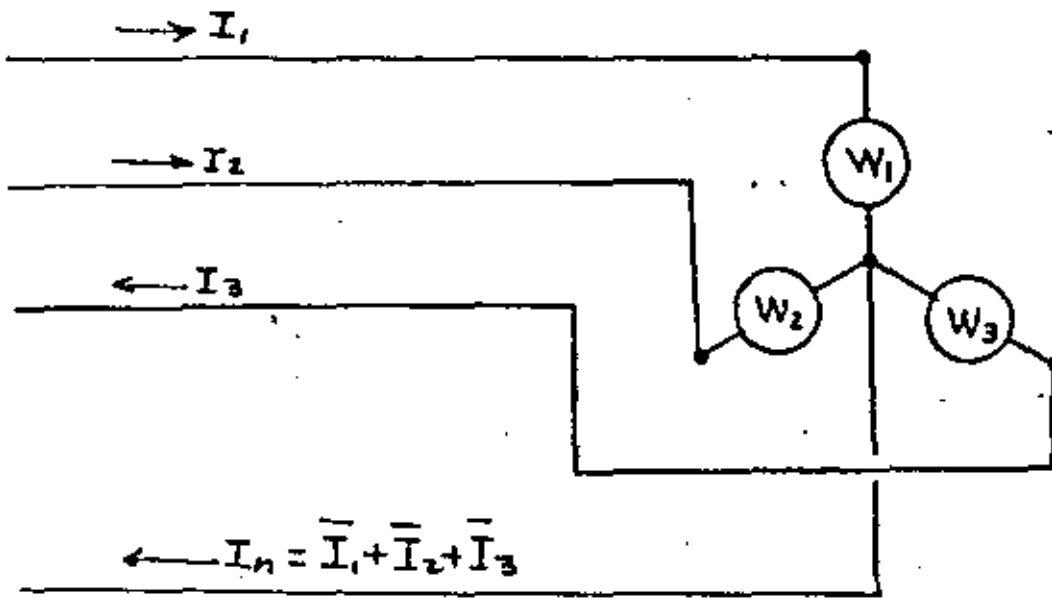
• MOTORES :-

SE CONSIDERA NORMA: CIRCUITO < / 2 O MAS MOTORES ⇒ NTIE 403.16

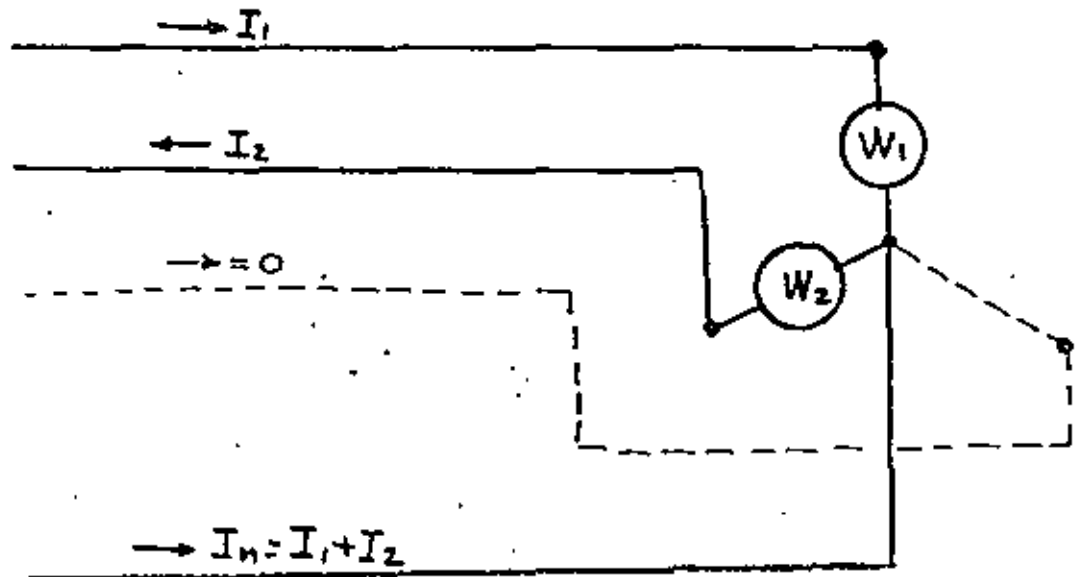
* Factor de demanda: relación entre la demanda máxima del circuito y la carga conectada al mismo.

** Los factores de demanda de esta tabla no deben aplicarse al cálculo de la carga de alimentadores de las áreas de hospitales y hoteles donde todas las lámparas pueden estar encendidas al mismo tiempo, como sucede en salas de operaciones, salones de baile y restaurantes.

CARGA del CONDUCTOR NEUTRO

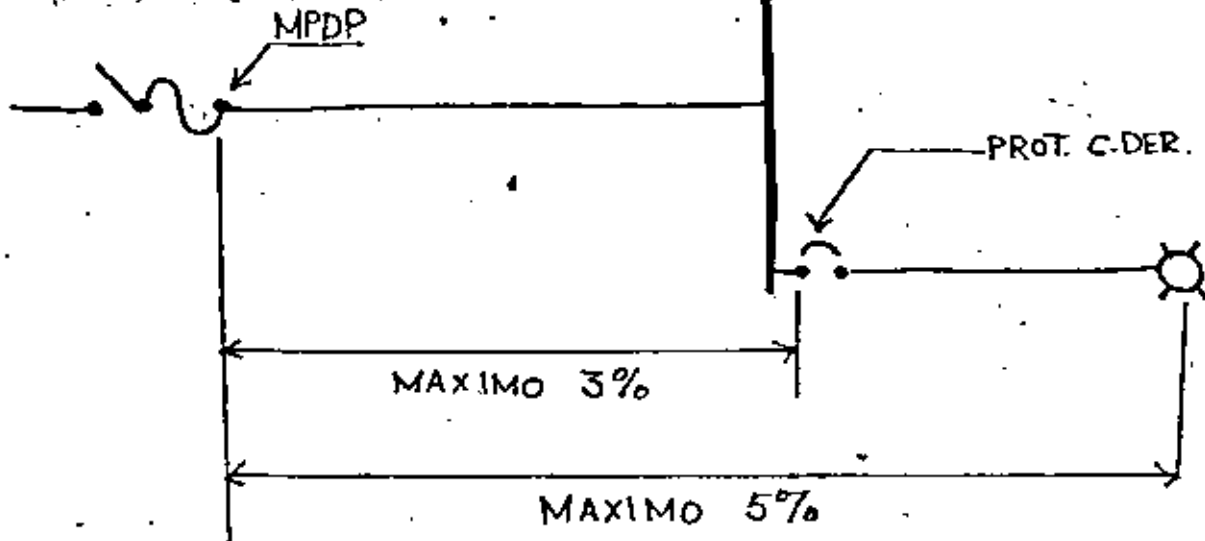


Si $W_1 > W_2 > W_3 \implies$ CONSIDERAR "DESEQUILIBRIO-MAXIMO" :-

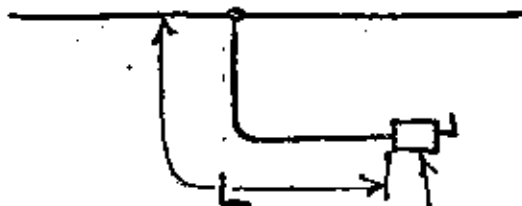


CAIDA DE TENSIÓN

NTIE 203-3

DERIVACIONES

NTIE-203-7

 $L > 10m :-$

- DERIVACION MISMA CAPACIDAD DE ALIMENTADOR

 $L < 10m :-$

- DERIVACION PUEDE TENER $\frac{1}{3}$ DE LA CAPACIDAD DEL ALIMENTADOR (CON SUFICIENTE CAPACIDAD PARA LA CARGA).
- TERMINAR EN UN DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE DE LA MISMA CAPACIDAD DE LA DERIVACION.

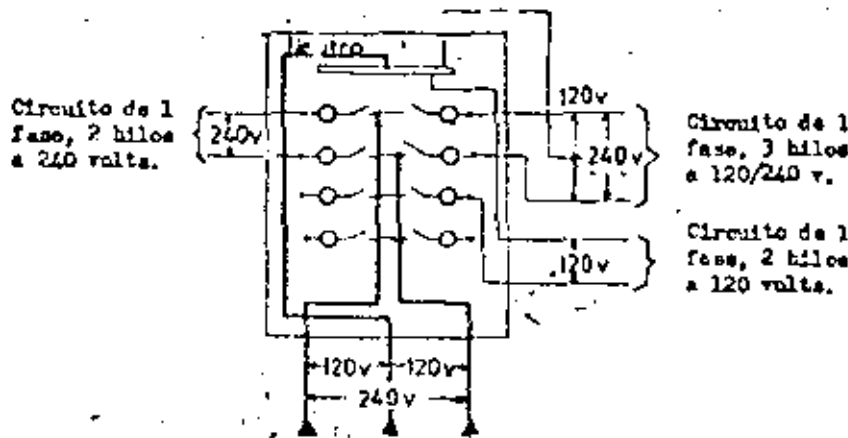
NO SI $L < 3m$

TABLEROS de DISTRIBUCION

23

- OBJETIVOS:**
- DISTRIBUIR LA ENERGIA ELECTRICA, POR GRUPOS o ZONAS DE UTILIZACION, DERIVANDO DE EL LOS CIRCUITOS
 - PROTEGER a LOS CIRCUITOS DERIVADOS
 - CENTRO DE OPERACION DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS

CARACTERISTICAS PRINCIPALES:

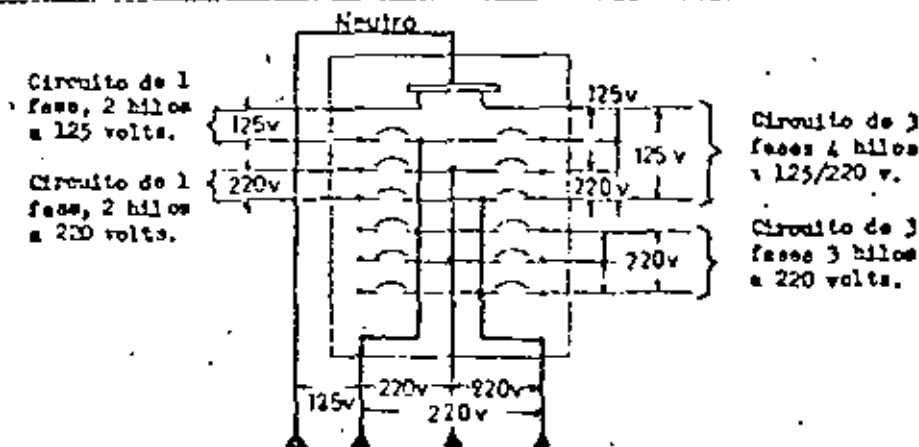


Alimentación 1 fase, 3 hilos a un tablero con interruptores y fusibles.

LOS TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS

Contienen:

- 1.- Barras alimentadoras de corriente y neutra.
 - a) Interruptores
 - b) Interruptores automáticos.
 - c) Ninguno
- 2.- Interrupción.
 - a) Fusibles
 - b) Interruptores automáticos.
- 3.- Protección del circuito.



Alimentación 3 fases 4 hilos a un tablero con interruptores automáticos.

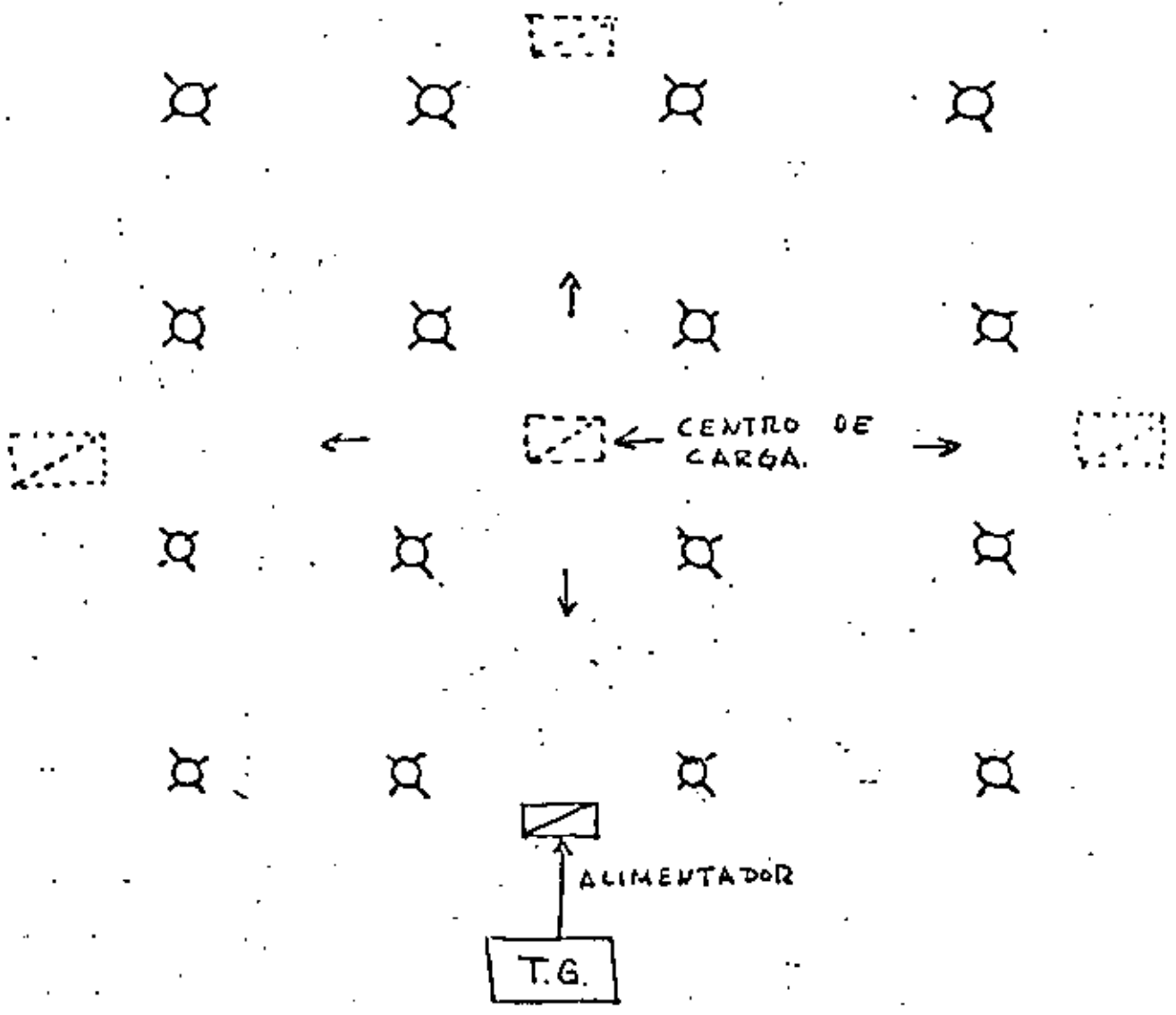
TABLEROS DE DISTRIBUCION.

USOS:-

- 1)- DISTRIBUIR ENERGIA.-
- 2)- PROTEGER LOS CIRCUITOS.-
- 3)- OPERAR LOS CIRCUITOS.-

PRINCIPALES CONDICIONES A ANALIZAR RELATIVASA LOS TABLEROS:-

- 1.)- CANTIDAD DE CIRCUITOS (MAX 42)
- 2.)- USO.-
- 3.)- LOCALIZACION RELATIVA A LAS CARGAS QUE CONTROLA (centro de CARGA).
- 4.)- LOCALIZACION RELATIVA A LA TRAYECTORIA DE SU ALIMENTADOR.
- 5.)- ACCESIBILIDAD.



TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS

DEFINICION. - Un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos, es aquel que tiene más del 10 por ciento de sus elementos de protección contra sobrecorriente calibrados a 30 amperes o menos y que está dotado de una barra para conexiones al neutro.

NORMAS GENERALES PARA LA SELECCION DE UN TABLERO DE CIRCUITOS DERIVADOS

- 1.- No debe darse distribución a más de 42 circuitos derivados (a 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 metros.
- 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.- Para la localización de los tableros de circuitos derivados, deberá considerarse la menor longitud posible de los alimentadores y que éstos 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 sirvan para aclarar al instalador las intenciones del proyectista.

CARGA

32

NTIE-101: "POTENCIA QUE DEMANDA UN APARATO O MAQUINA O UN CONJUNTO DE APARATOS DE UTILIZACION..."

"UNA CARGA" ⇒ - DISPOSITIVO ADECUADO PARA ABSORBER O TRANSFORMAR LA ENERGIA ELECTRICA A OTRAS FORMAS DE ENERGIA, PARA SU UTILIZACION

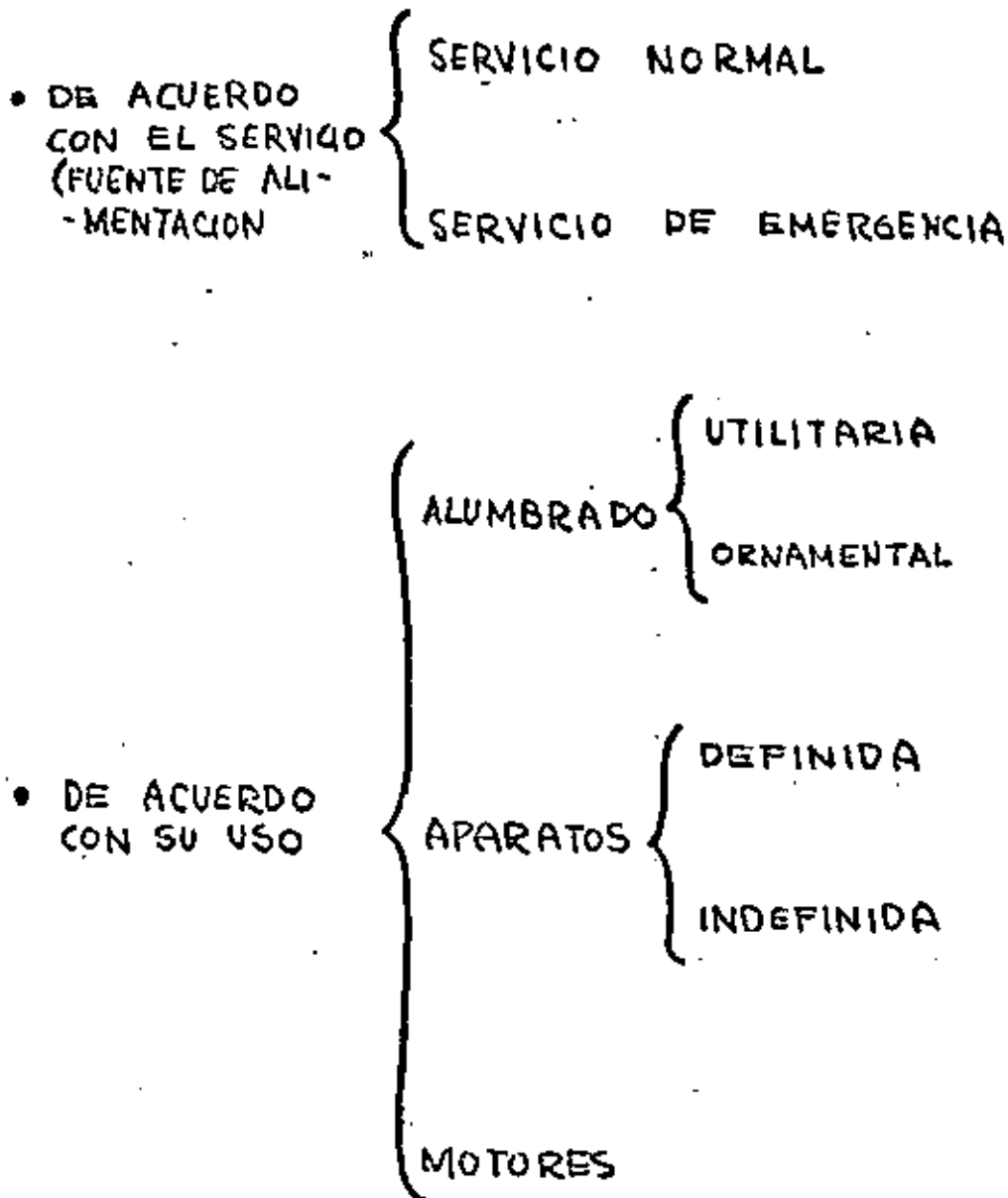
- LUMINOSA → LAMPARAS
- MECANICA → MOTORES
- TERMICA → CALEFACTORES

"DETERMINACION" DE UNA CARGA: CONOCIMIENTO O DEFINICION DE SUS CARACTERISTICAS: -

CARACTERISTICAS DE UNA CARGA:

- ① PARAMETROS ELECTRICOS:
 - POTENCIA
 - TENSION
 - CORRIENTE DEMANDADA:
 - NOMINAL
 - DE ARRANQUE
 - A ROTOR BLOQUEADO
 - F.P.
 - FRECUENCIA
- ② LOCALIZACION:
 - DE LA CARGA
 - DE SU CONTROL
 - DE SUS PROTECCIONES
- ③ OPERACION:
 - REGIMEN DE CARGA
 - TIPO DE SERVICIO.

CLASIFICACION DE LAS CARGAS:



①-ESTIMACION

1-1 - CASAS HABITACION Y HOTELES (CUARTOS) → 125W/SALIDA

NTIE 204.2-a1

1-2 - TABLA 204.2a.2 de NTIE:

Tabla 204.2 a.2)

Cargas de alumbrado general en locales

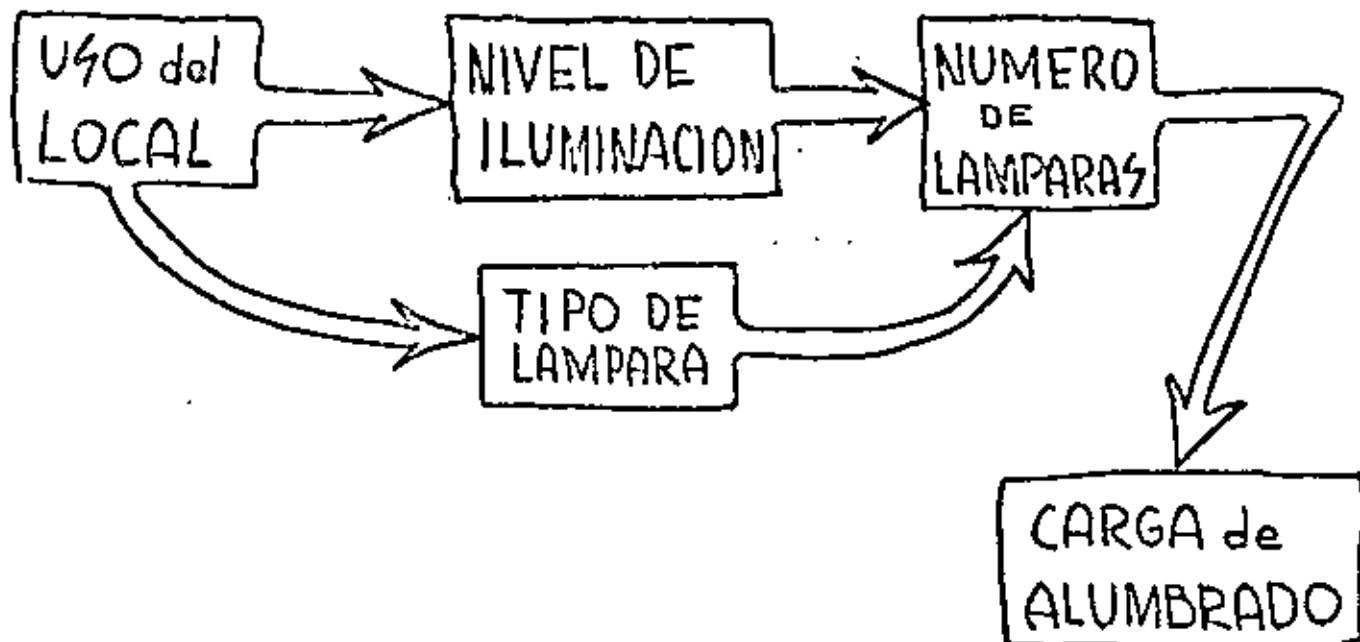
Tipo de local	Cargas en watts por metro cuadrado
Auditorios	10
Bancos	30
Bodegas o almacenes	2.5
• Casas habitación	20
Clubes o casinos	20
Edificios industriales	20
Edificios de oficinas	30
Escuelas	20
Estacionamientos comerciales	5
Hospitales	20
• Hoteles, moteles y departamentos amueblados	20
Iglesias	10
Peluquerías y salones de belleza	30
Restaurantes	20
Tiendas	30

1-3 - APARADORES

↓
600W
M-L

• Todos los contactos para aparatos menores de 3 amperes en casas habitación y cuartos de hoteles, moteles o departamentos (sin disposiciones para el uso de aparatos eléctricos para cocinar) pueden considerarse como salidas para alumbrado general y no es necesario incluir carga adicional alguna para ellos.

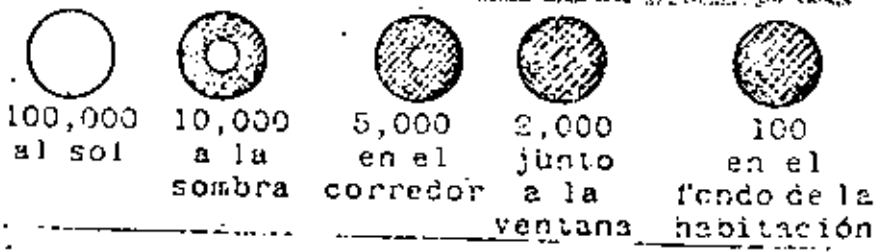
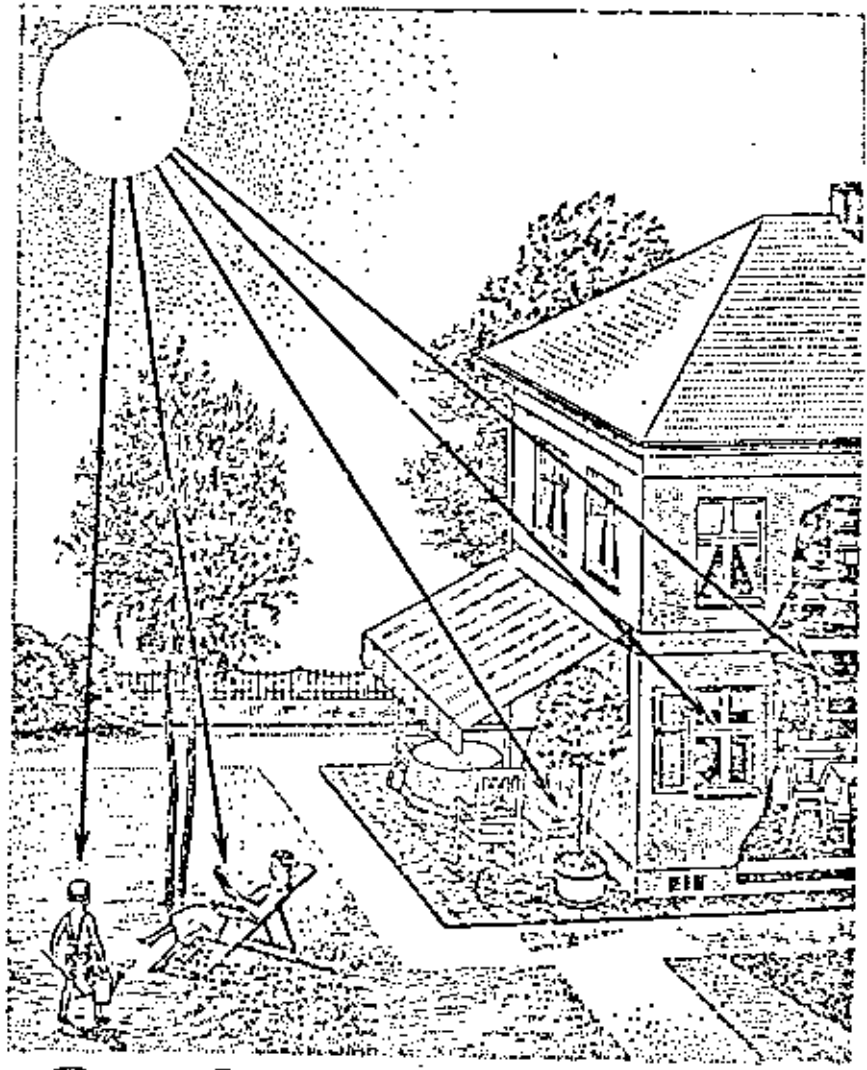
②-CALCULO:



¿QUE ES NIVEL DE ILUMINACION? :-

$$NI = \frac{E \cdot I_s}{S} = \frac{\text{ENERGIA LUMINOSA INCIDENTE EN UNA SUPERFICIE}}{\text{SUPERFICIE}} = \frac{(\text{LUMENS})}{(\text{M}^2)} = (\text{LUX})$$

VALORES DE N.I. :- (LUXES)



DETERMINACION DE N.I. EN
FUNCION DEL USO del LOCAL

TABLAS

La ley impresa a los que esta pública se contra...
El acceso a estos se hará de tal forma que se evite...
la vista directa al ventilador de los muebles...
para el caso de incendio.

CAPITULO XVI

Instalaciones Electricas, Mecánicas y Especiales

ARTICULO 114.—INSTALACIONES PARA LAS INSTALACIONES.
Se deberá cumplir con las instalaciones...
de ventilación, aire acondicionado...
de seguridad y similares que estén...
previstas en las normas establecidas...
por la Secretaría de Industria y Comercio...
la Secretaría de Salud y Asistencia Social...
y la Secretaría de Trabajo y Previsión Social...
y de acuerdo con las demás...
normas legales vigentes. El propietario...
debe a su vez cumplir con las condiciones...
de seguridad y bienestar.

ARTICULO 120.—NIVELES DE ILUMINACION.
Las edificaciones e instalaciones especiales...
deben cumplir con las disposiciones...
necesarias para proporcionar los...
siguientes niveles mínimos de iluminación...
en los locales:

Table with 2 columns: Category (I, II, III, IV, V, VI) and Sub-category (Circulaciones, Oficinas, Comercio, etc.) with corresponding numerical values.

Table with 2 columns: Category (VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII) and Sub-category (Habitaciones, Circulaciones, Salas, etc.) with corresponding numerical values.

Table with 2 columns: Category (Entrada, Espacio para circulación, etc.) and Sub-category (Espacio para estacionamiento, Sanitarios, etc.) with corresponding numerical values.

Para otros tipos de locales se deberán...
considerar las disposiciones que manda el...
decreto de 1964. En estos casos se...
deberán aplicar las disposiciones...
legales vigentes.

Para evitar el desahucio de personas...
por exceso de iluminación, en...
edificios de viviendas, se deberá...
limitar el uso de lámparas...
de potencia superior a 100 vatios...
por cada metro cuadrado.

Cuando se utilicen lámparas de vapor...
de sodio, estas se deberán...
instalar en lugares que permitan...
el mantenimiento adecuado...
de la iluminación de dichos...
espacios.

El brillo permitido en zonas de trabajo...
deberá ser menor de 0.25 lamberts...
para 1000 lux y de 0.15 lamberts...
para 500 lux.

ARTICULO 121.—INSTALACIONES ELECTRICAS DE EMERGENCIA.
Las edificaciones destinadas a...
hospitales, centros de atención...
de salud, etc., deberán contar...
con instalaciones eléctricas...
de emergencia que permitan...
el funcionamiento de los...
servicios esenciales en caso...
de emergencia.

Estas instalaciones deberán cumplir...
también con las disposiciones...
legales aplicables a las...
instalaciones eléctricas...
ordinarias.

ARTICULO 122.—VENTILACION NATURAL.
Las edificaciones que no cuenten...
con sistemas de ventilación...
artificial deberán contar...
con ventilación natural...
adecuada para garantizar...
la calidad del aire interior...
de los espacios.

Los dormitorios deberán cumplir...
además con las disposiciones...
de ventilación natural...
establecidas en el artículo 74...
de este Reglamento.

ARTICULO 123.—ELEVADORES Y DISPOSITIVOS PARA TRANSFORMACION VERTICAL.

Se considerarán equipos y dispositivos...
para transformación vertical...
los elevadores para carga, los...
ascensores para personas y...
dispositivos similares, los que...
deben cumplir con las...
disposiciones legales vigentes...
y las normas técnicas...

Se deberá indicar claramente...
la carga útil máxima del...
elevador por metro de...
altura dentro de la cabina. No...
se permitirá exceder esta...
carga, excepto para el caso...
de carga pesada o de...
funcionamiento normal...
al cual se aplicará una...
carga igual al doble de...
la carga útil establecida.

Los cables y los elementos...
mecánicos deberán tener...
la resistencia necesaria...
para soportar el doble de...
la carga útil de operación.

Los propietarios estarán...
obligados a proporcionar...
el mantenimiento...
necesario para el correcto...
funcionamiento de los...
elevadores.

13.—Elevadores para Pasajeros

Cuando la altura del nivel...
del piso superior de un...
edificio sea mayor de 15 m...
y menor de 24 m, se...
deberá instalar un...
elevador para pasajeros...
de carga útil de 24 m...
en el número mínimo de...
elevadores será de dos.

No se instalarán en cuenta...
para estos efectos los...
niveles de emergencia...
cuando se encuentren en...
los niveles de piso superior...
de un edificio.

En todos los casos en que...
se instalen elevadores...
de pasajeros, se deberá...
instalar un sistema de...
seguridad que permita...
evitar accidentes en caso...
de emergencia.

Dicha memoria deberá...
prepararse de acuerdo...
con las siguientes bases:

a.—La capacidad de...
manejo del o de los...
elevadores en un...
período de 5 minutos...
debe ser igual o mayor...
al 10% de la población...
del edificio.

b.—El tiempo de espera...
por parte de los...
pasajeros en los...
vestibulos no deberá...
exceder de 150 segundos.

En edificios para...
habitación la población...
se considerará 100...
personas por planta.

En los edificios de...
oficinas, la población...
se considerará una...
densidad de una...
persona por cada 10...
m2 de área útil.

En edificios de...
vivienda, la población...
se considerará una...
densidad de una...
persona por cada 10...
m2 de área útil.

En edificios para...
industriales la...
población se...
considerará 2...
personas por planta.

Toda edificación...
destinada a hospital...
debe cumplir con...
las disposiciones...
de seguridad y...
bienestar establecidas...
en el artículo 74 de...
este Reglamento.

LUXES
I.E.S.
99%

LUXES
S.M.I.I.
95%

37

I.E.S.
99%

S.M.I.I.
95%

EDIFICIOS INDUSTRIALES

ACERO (Fase Hierro y Acero)		
ACUMULADORES, MANUFACTURA DE		
Moldeado en masa	500	300
ARCILLA Y CEMENTOS, PRODUCTOS DE		
Moldeado, prensa filtrado, hornos de secado, vaciado y desmoldado	300	200
Emaltado, pintura y vidrioado (Trabajo burdo)	1000	600
Pintura y vidrioado (Trabajo fino)	3000	1700
AUTOMOVILES, MANUFACTURA DE		
Ensamblado bastidor	500	300
Ensamblado Chasis	1000	600
Ensamblaje final e inspección	2000	1100
Manufactura carrocerías:		
Inmovilizado	1000	600
Partes	700	400
Acabado e inspección	2000	1100
AVIONES, MANUFACTURA DE		
Panor:		
Producción	1000	600
Inspección	2000	1100
Acabado de piezas:		
Trazado, remachado y apretado de tornillos	700	400
CUARTO PINTURA	1000	600
Trazado sobre aluminio, formado partes pequeñas del fuselaje y alas	1000	600
Soldadura:		
Iluminación general	500	300
ILUMINACION LOCALIZADA	10000	6000
Subensamblado:		
Trén de aterrizaje, fuselaje, secciones, alas y otras partes grandes	1000	600
ENSAMBLADO FINAL		
Colocación de motores, hélices, secciones ala y tren de aterrizaje	1000	600
Inspección de la nave ensamblada y su equipo	1000	600
Reparación con máquinas herramientas	1000	600
ASEBADEROS		
Clasificación de la madera	2000	1700
AZUCAR, REFINERIAS DE		
Clasificación	500	300
Inspección color	2000	1100
CAJAS DE CARTON, MANUFACTURA DE		
Ata general de manufactura	500	300
CARRÓN, VEREDORES DE		
Cuebradoras, cerridos y limpiado	100	60
Selección	3000	1700
CARPINTERIAS		
Trabajo burdo de banco y sierra	300	200
Encorado, cepillado, lijado, trabajo de mediana calidad en máquinas y banco	500	300
Trabajo fino de máquina y banco, lijado y acabado fino	1000	600
CERVEZAS, INDUSTRIAS		
Elaboración y lavado de barriles	300	200
Llenado (de botellas, taras, barriles)	500	300
CUADROS DE CONTROL (Fase Plantas Generadoras)		
QUICES INDUSTRIAS		
Departamento de Chocolate:		
Grateado, selección, extracción, de aceite, quebrado y refinación, alimentación, limpieza del grano, selección, inmersión, empacado y envoltura	500	300
Molienda	1000	600
Elaboración de cremas:		
Mezclado, cocción y moldeado	500	300
Pastillas de goma y jellas	500	300
Decoración a mano	1000	600
Caramelos:		
Mezclado, cocción y moldeado	500	300
Corte y selección	1000	600
Elaboración de pesos y envoltura	1000	600

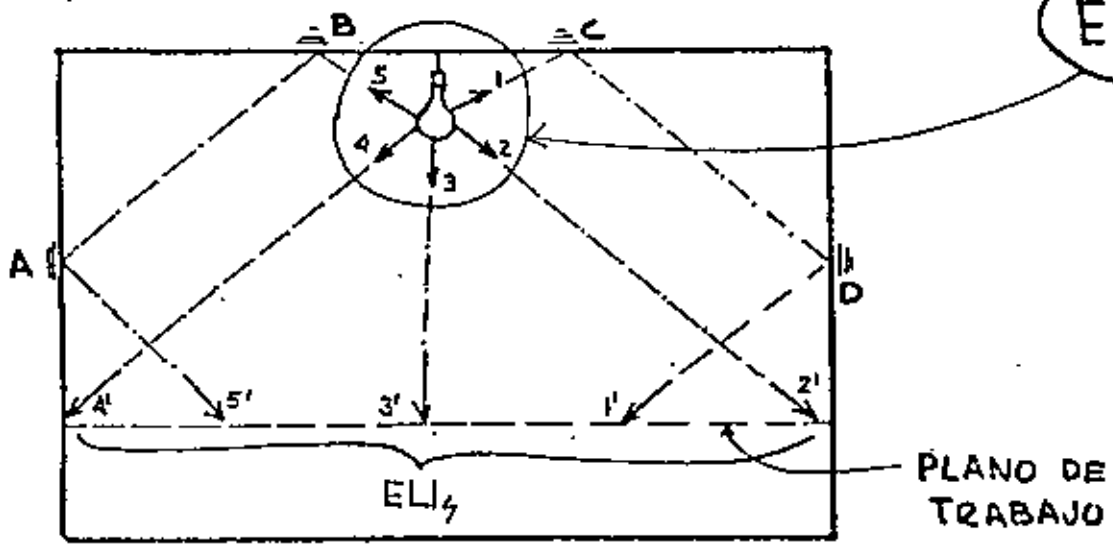
EMPACADORAS DE CARNE		
Matadero (Rastro)	300	200
Limpiado, desazado, cocido, molendado, emaltado y empacado	1000	600
ENCUADERNACION		
Doblado, ensamblado, emposte, cortado, punzonado y cocido	700	400
Grabado en tecla e inspección	2000	1100
ENLATADORAS DE CONSERVAS		
Clasificación inicial:		
Tomates	1000	600
Otras muestras	500	300
Clasificación por color (cuartos de comoda)	2000	1100
Preparación:		
Selección preliminar:		
Chavascas y duraznos	500	300
Tomates	1000	600
Aceitunas	1500	900
Cortado y picado	1000	600
Selección final	1000	600
Enlatado:		
Enlatado en bandas, sin fin	1000	600
Enlatado estacionario	1000	600
Empacado a mano	500	300
Aceitunas	1000	600
Inspección de muestras enlatadas	2000	1100
Manejo de envases:		
Inspección	2000	1100
Etiquetado y empacado	300	200
ENSAMBLADO		
Tosco, fácil de ver	300	200
Tosco, difícil de ver	500	300
Medio	1000	600
Fino	5000	3000
Extrafino	10000	6000
ENSAYOS O PRUEBAS		
General	500	300
Instrumentos, extrafinos, escalas, etc.	2000	1100
EQUIPO ELECTRICO, MANUFACTURA DE:		
Impregnado	500	300
Aislado, embobinado	1000	600
Pruebas	1000	600
EXTRUCTURAS DE ACERO, MANUFACTURA	500	300
EXPLOSIVOS, MANUFACTURA DE	300	200
FORJADO, TALLERES DE	500	300
FUNDICIONES		
Templado (Hornos)	300	200
Limpiado	300	200
Hechura de corazones:		
Finos	1000	600
Medianos	500	300
Inspección:		
Fina	5000	3000
Mediana	1000	600
Moldeo:		
Mediano	1000	600
Grande	500	300
Colado	500	300
Selección	500	300
Cubitaje	200	100
Desmolde	300	200
GALVANOPLASTIA	300	200
GARAGES AUTOMOVILES Y CAMIONES		
Taller de Servicio:		
Reparaciones	1000	600
Areas activas de tráfico	200	100
Garages para estacionamientos:		
Entrada	500	300
Espacio para circulación	100	100
Espacio para estacionamiento	50	50
GRANJAS		
Establo y Galinero	100	100
GRABADO (CERA)	2000	1100

DETERMINACION DEL NUMERO DE LAMPARAS INSTALADAS

SE DEFINIÓ:

$$NI = \frac{ELI_s}{S}$$

PROVIENE DE UN EMISOR (LAMPARAS) QUE EMITE LA ENERGIA LUMINOSA



$$ELI_s = 1' + 2' + 3' + 4' + 5'$$

$$ELE_L = \text{ENERGIA LUMINOSA EMITIDA POR LAS LAMPARAS} = 1 + 2 + 3 + 4 + 5$$

$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 \neq 1' + 2' + 3' + 4' + 5'$$

SE DEFINE LA RELACION

$1 \neq 1', 5 \neq 5'$
EXISTE PERDIDA EN LAS REFLEXIONES A, B, C, D

$$\frac{ELI_s}{ELE_L} = CU = \text{COEFICIENTE DE UTILIZACION}$$

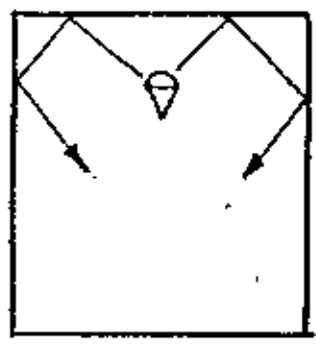
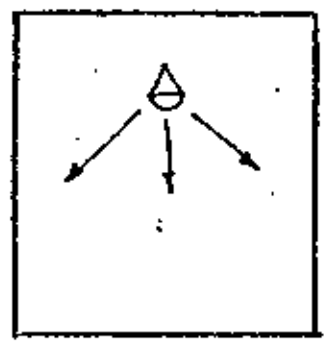
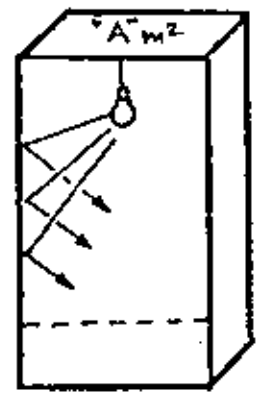
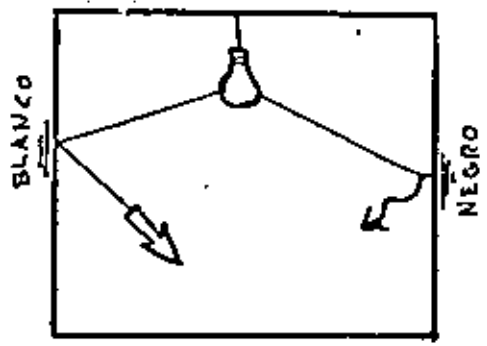
DIMENSIONES DEL LOCAL

CU

DEPENDE

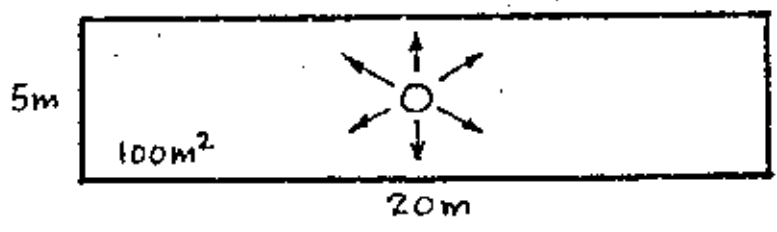
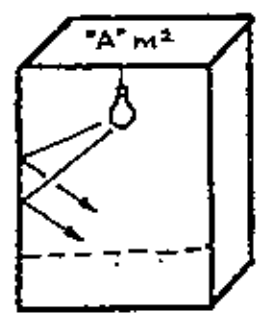
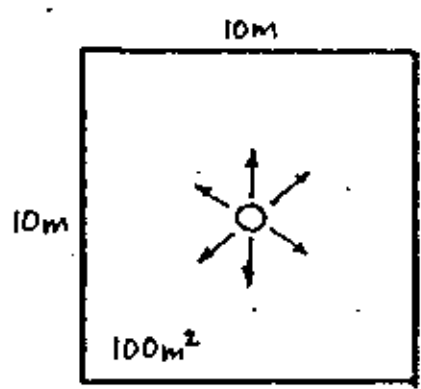
TIPO DE SISTEMA DE ILUMINACION

REFLEXION de SUPERFICIES



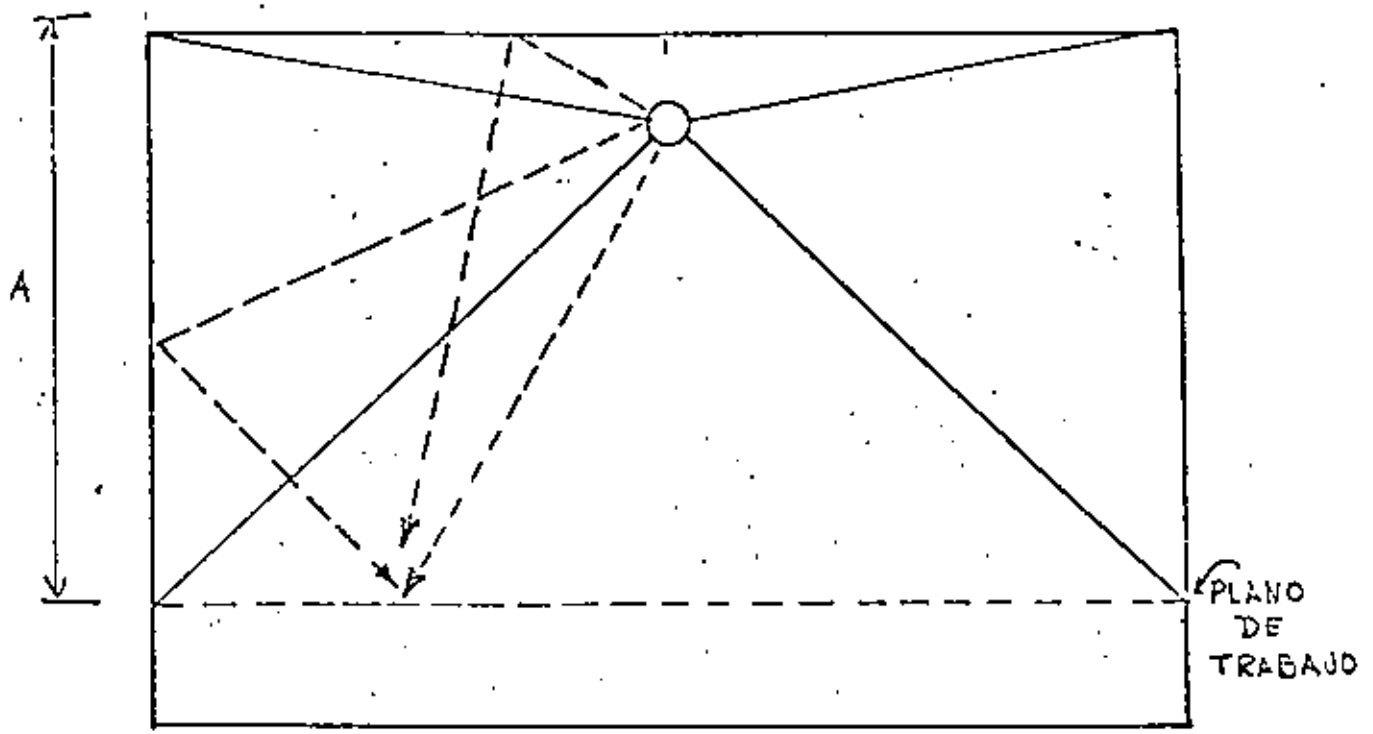
DIRECTO

INDIRECTO

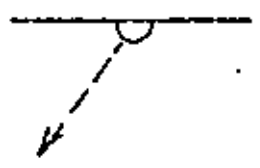


DETERMINACION DEL VALOR DE CU, EN FUNCION de D.L., T.S.I. y R.S.

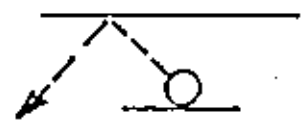
TABLAS



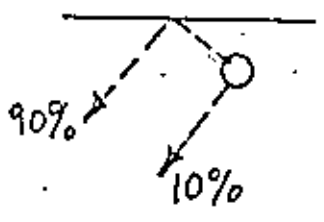
DIRECTO



INDIRECTO



SEMINDIRECTO



SEMIDIRECTO

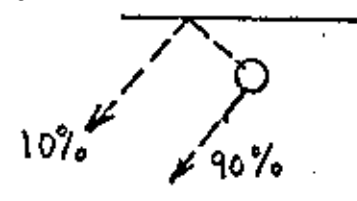


TABLA de C.U.







INFLUENCIA de

TIPO de SISTEMA de ILUMINACION

DIMENSIONES DEL LOCAL

REFLEXION de SUPERFICIES

⊕ Coeficientes de Utilización

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones										
					Techo		70%		50%		10%				
					50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%			
					Indice local	Coeficiente de utilización									
Fluorescentes	Semidirecta  2 lámparas T-12		17 | 75	1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.30	0.25	0.22	0.29	0.25	0.22	0.25	0.21	
						I	0.29	0.34	0.30	0.33	0.33	0.30	0.33	0.30	
						H	0.48	0.41	0.37	0.45	0.40	0.36	0.39	0.35	
		 3 lámparas 40 w y "Slimline"		13 | 74	1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.30	0.25	0.22	0.30	0.25	0.22	0.25	0.22
	I						0.39	0.34	0.31	0.38	0.34	0.30	0.33	0.30	
	H						0.46	0.41	0.37	0.45	0.40	0.37	0.39	0.36	
		 2 lámparas T-12		18 | 60	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J	0.27	0.23	0.20	0.26	0.22	0.20	0.22	0.19
	I						0.35	0.30	0.27	0.33	0.30	0.27	0.29	0.26	
	H						0.41	0.36	0.33	0.39	0.35	0.32	0.34	0.31	
						F	0.47	0.42	0.38	0.45	0.41	0.37	0.39	0.36	
						E	0.51	0.48	0.43	0.49	0.45	0.41	0.43	0.40	
						D	0.57	0.53	0.49	0.54	0.50	0.47	0.47	0.45	
						C	0.60	0.57	0.53	0.57	0.54	0.51	0.51	0.49	
						B	0.63	0.60	0.56	0.59	0.56	0.54	0.53	0.51	
						A	0.67	0.64	0.61	0.62	0.60	0.58	0.58	0.55	

VALORES de CU.

- 1.- DEFINIR TSL
- 2.- CALCULAR INDICE CUARTO
- 3.- DEFINIR REFLEXIONES
- 4.- LEER CU

INDICE DE CUARTO

J	menos de	0.7
I	0.7	— 0.9
H	0.9	— 1.12
G	1.12	— 1.38
F	1.38	— 1.75
E	1.75	— 2.25
D	2.25	— 2.75
C	2.75	— 3.5
B	3.5	— 4.5
A	mas de	4.5

DIRECTO Y SEMI-DIRECTO:

$$I.C. = \frac{\text{LARGO} \times \text{ANCHO}}{\text{ALTURA} (\text{LARGO} + \text{ANCHO})}$$

INDIRECTO Y SEMINDIRECTO:

$$I.C. = \frac{3 \times \text{LARGO} \times \text{ANCHO}}{2 \times \text{ALTURA} (\text{LARGO} + \text{ANCHO})}$$

CARTA DEL INDICE DEL CUARTO

DISEÑO: ING. J. C. SILVA

$$\text{IND. DEL CUARTO} = \frac{AL}{A(\lambda + 1)}$$

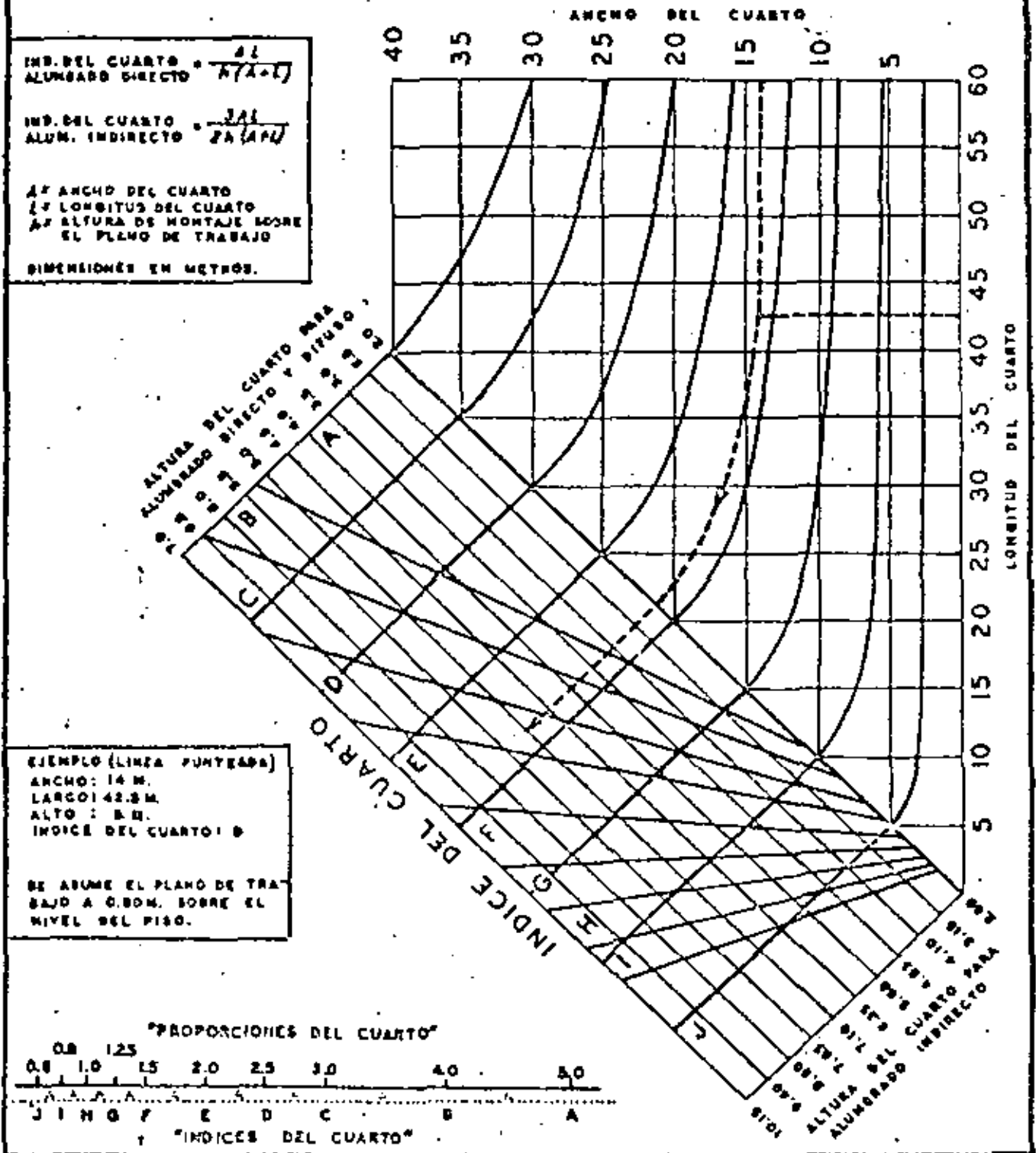
ALUMBRADO DIRECTO

$$\text{IND. DEL CUARTO} = \frac{3AL}{2A(\lambda H)}$$

ALUM. INDIRECTO

A = ANCHO DEL CUARTO
 λ = LONGITUD DEL CUARTO
 H = ALTURA DE MONTAJE SOBRE EL PLANO DE TRABAJO

DIMENSIONES EN METROS.



EJEMPLO (LINEA PUNTEADA)
 ANCHO: 14 M.
 LARGO: 42.8 M.
 ALTO: 3 M.
 INDICE DEL CUARTO: 8

SE ADUME EL PLANO DE TRABAJO A 0.80 M. SOBRE EL NIVEL DEL PISO.




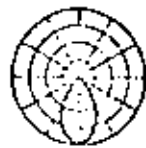










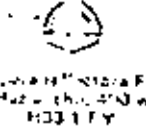

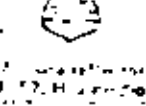

"PROPORCIONES DEL CUARTO"

0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 4.0 5.0

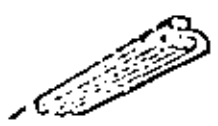









J I H G F E D C B A



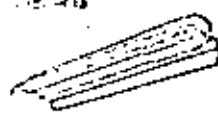


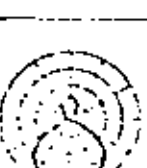
"INDICES DEL CUARTO"


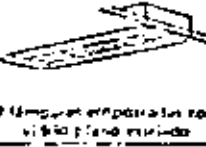
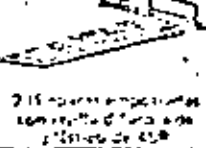

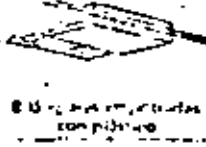
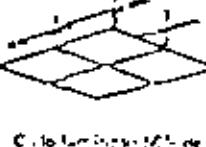
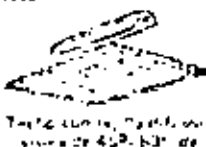

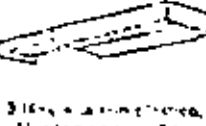
Tipo	Unidad de alumbrado Directa	Distribución	Distancia entre luminarias interiores	Factor de mantenimiento	Eficiencias									
					Techo		60%		50%		35%			
					Plancha	10%	10%	10%	10%	10%	10%			
					Índice Real	Coeficiente de utilización								
Trazo descriptivo	Directa		0.1 - 1.29	1.3 a Altura de montaje	200-300 W Factor 0.75 Índice 0.65 Módulo 0.55	J I H G F E D C B A	0.33 0.40 0.47 0.54 0.59 0.65 0.69 0.72 0.76 0.78	0.28 0.35 0.41 0.48 0.54 0.57 0.61 0.65 0.70	0.25 0.33 0.39 0.45 0.50 0.54 0.58 0.62 0.67	0.37 0.43 0.47 0.52 0.56 0.60 0.64 0.67 0.71	0.28 0.36 0.42 0.48 0.53 0.57 0.61 0.65 0.69	0.25 0.33 0.39 0.45 0.50 0.54 0.58 0.62 0.67	0.28 0.36 0.42 0.48 0.53 0.57 0.61 0.65 0.69	
	Directa		0.1 - 1.71	1.2 a Altura de montaje	Factor 0.70 Índice 0.73 1000-1500 W Factor 0.75 Índice 0.72 Módulo 0.65	J I H G F E D C B A	0.43 0.50 0.55 0.59 0.61 0.65 0.67 0.70 0.71	0.40 0.47 0.52 0.56 0.59 0.62 0.65 0.68 0.70	0.28 0.36 0.41 0.45 0.49 0.53 0.57 0.61 0.65	0.43 0.49 0.54 0.58 0.61 0.64 0.67 0.70 0.71	0.43 0.49 0.54 0.58 0.61 0.64 0.67 0.70 0.71	0.38 0.45 0.50 0.54 0.58 0.61 0.64 0.67 0.70	0.38 0.45 0.50 0.54 0.58 0.61 0.64 0.67 0.70	
	Directa		0.1 - 1.70	0.9 a Altura de montaje	200-300 W Factor 0.50 Índice 0.77 Módulo 0.73	J I H G F E D C B A	0.45 0.53 0.57 0.59 0.61 0.64 0.67 0.69 0.70 0.73	0.42 0.50 0.54 0.56 0.58 0.61 0.63 0.65 0.67 0.70	0.40 0.48 0.52 0.54 0.56 0.58 0.60 0.62 0.64	0.45 0.51 0.55 0.57 0.59 0.61 0.63 0.65 0.67 0.70	0.45 0.51 0.55 0.57 0.59 0.61 0.63 0.65 0.67 0.70	0.42 0.48 0.52 0.54 0.56 0.58 0.60 0.62 0.64	0.42 0.48 0.52 0.54 0.56 0.58 0.60 0.62 0.64	
	Directa		0.1 - 1.00	1.8 a Altura de montaje	Factor 0.60 Índice 0.78 Módulo 0.75	J I H G F E D C B A	0.50 0.62 0.70 0.73 0.77 0.82 0.86 0.90 0.94 0.97	0.45 0.57 0.65 0.69 0.72 0.75 0.78 0.81 0.84 0.87	0.42 0.53 0.62 0.66 0.69 0.72 0.75 0.78 0.81 0.84	0.45 0.57 0.65 0.69 0.72 0.75 0.78 0.81 0.84 0.87	0.45 0.57 0.65 0.69 0.72 0.75 0.78 0.81 0.84 0.87	0.45 0.57 0.65 0.69 0.72 0.75 0.78 0.81 0.84 0.87	0.45 0.57 0.65 0.69 0.72 0.75 0.78 0.81 0.84 0.87	
	Directa		0.1 - 1.00	0.7 a Altura de montaje	Factor 0.80 Índice 0.78 Módulo 0.65	J I H G F E D C B A	0.66 0.75 0.80 0.85 0.88 0.91 0.94 0.97 1.00 1.01	0.67 0.76 0.81 0.85 0.88 0.91 0.94 0.97 1.00 1.02	0.40 0.48 0.52 0.54 0.56 0.58 0.60 0.62 0.64 0.66	0.66 0.75 0.80 0.85 0.88 0.91 0.94 0.97 1.00 1.02	0.66 0.75 0.80 0.85 0.88 0.91 0.94 0.97 1.00 1.02	0.66 0.75 0.80 0.85 0.88 0.91 0.94 0.97 1.00 1.02	0.66 0.75 0.80 0.85 0.88 0.91 0.94 0.97 1.00 1.02	
	Valor de mercado	Directa		0.7 - 1.77	1.5 a Altura de montaje	Factor 0.75 Índice 0.70 Módulo 0.65	J I H G F E D C B A	0.53 0.61 0.65 0.69 0.71 0.74 0.77 0.80 0.83 0.86	0.43 0.49 0.53 0.57 0.61 0.64 0.67 0.70 0.73 0.76	0.40 0.48 0.52 0.54 0.56 0.58 0.60 0.62 0.64 0.66	0.53 0.61 0.65 0.69 0.71 0.74 0.77 0.80 0.83 0.86	0.53 0.61 0.65 0.69 0.71 0.74 0.77 0.80 0.83 0.86	0.48 0.56 0.60 0.64 0.67 0.70 0.73 0.76 0.79 0.82	0.48 0.56 0.60 0.64 0.67 0.70 0.73 0.76 0.79 0.82
		Directa		0.4 - 1.75	0.7 a Altura de montaje	Factor 0.75 Índice 0.70 Módulo 0.65	J I H G F E D C B A	0.46 0.54 0.59 0.63 0.65 0.68 0.71 0.73 0.75 0.78	0.43 0.51 0.55 0.59 0.62 0.65 0.68 0.71 0.73 0.75	0.41 0.49 0.53 0.56 0.59 0.62 0.65 0.68 0.71 0.73	0.46 0.54 0.59 0.63 0.65 0.68 0.71 0.73 0.75 0.78	0.46 0.54 0.59 0.63 0.65 0.68 0.71 0.73 0.75 0.78	0.41 0.49 0.53 0.56 0.59 0.62 0.65 0.68 0.71 0.73	
		Directa		0.3 - 1.77	0.8 a Altura de montaje	Factor 0.70 Índice 0.68 Módulo 0.63	J I H G F E D C B A	0.51 0.62 0.67 0.71 0.74 0.77 0.80 0.83 0.86 0.89	0.45 0.57 0.61 0.65 0.68 0.71 0.74 0.77 0.80 0.83	0.45 0.57 0.61 0.65 0.68 0.71 0.74 0.77 0.80 0.83	0.51 0.62 0.67 0.71 0.74 0.77 0.80 0.83 0.86 0.89	0.51 0.62 0.67 0.71 0.74 0.77 0.80 0.83 0.86 0.89	0.48 0.56 0.60 0.64 0.67 0.70 0.73 0.76 0.79 0.82	0.48 0.56 0.60 0.64 0.67 0.70 0.73 0.76 0.79 0.82
		Directa		0.1 - 1.77	1.1 a Altura de montaje	Factor 0.73 Índice 0.63 Módulo 0.6	J I H G F E D C B A	0.49 0.57 0.61 0.65 0.68 0.71 0.74 0.77 0.80 0.83	0.44 0.52 0.56 0.60 0.63 0.66 0.69 0.72 0.75 0.78	0.41 0.49 0.53 0.56 0.59 0.62 0.65 0.68 0.71 0.73	0.49 0.57 0.61 0.65 0.68 0.71 0.74 0.77 0.80 0.83	0.49 0.57 0.61 0.65 0.68 0.71 0.74 0.77 0.80 0.83	0.44 0.52 0.56 0.60 0.63 0.66 0.69 0.72 0.75 0.78	0.44 0.52 0.56 0.60 0.63 0.66 0.69 0.72 0.75 0.78
		Directa		0.1 - 1.77	1.1 a Altura de montaje	Factor 0.73 Índice 0.63 Módulo 0.6	J I H G F E D C B A	0.49 0.57 0.61 0.65 0.68 0.71 0.74 0.77 0.80 0.83	0.44 0.52 0.56 0.60 0.63 0.66 0.69 0.72 0.75 0.78	0.41 0.49 0.53 0.56 0.59 0.62 0.65 0.68 0.71 0.73	0.49 0.57 0.61 0.65 0.68 0.71 0.74 0.77 0.80 0.83	0.49 0.57 0.61 0.65 0.68 0.71 0.74 0.77 0.80 0.83	0.44 0.52 0.56 0.60 0.63 0.66 0.69 0.72 0.75 0.78	0.44 0.52 0.56 0.60 0.63 0.66 0.69 0.72 0.75 0.78

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre 12 puntos interiores	Factor de mantenimiento	Tipo de lámpara	Utilización							
						30%		50%		70%			
						10%	20%	10%	20%	10%	20%		
Directa	 Ventilador de aluminio y otros aluminos. Max. potencia. 100 ó 1500 w. Max. altura. color gris.		0,9 a Altura de montaje	Buzno 0,68 Módulo 0,63 Módulo 0,58	J H G F E D C B A	0,50	0,47	0,45	0,50	0,47	0,45	0,47	0,45
						0,57	0,54	0,52	0,57	0,54	0,52	0,54	0,52
						0,62	0,59	0,57	0,62	0,59	0,57	0,59	0,57
						0,66	0,63	0,61	0,66	0,63	0,61	0,63	0,61
						0,69	0,67	0,64	0,69	0,67	0,64	0,67	0,64
						0,73	0,71	0,69	0,73	0,71	0,69	0,71	0,69
						0,75	0,73	0,71	0,75	0,73	0,71	0,73	0,71
						0,77	0,75	0,73	0,77	0,75	0,73	0,75	0,73
						0,78	0,77	0,75	0,78	0,77	0,75	0,77	0,75
						0,82	0,79	0,77	0,82	0,79	0,77	0,79	0,77
						0,85	0,82	0,80	0,85	0,82	0,80	0,82	0,80
						0,87	0,84	0,82	0,87	0,84	0,82	0,84	0,82
Directa	 Aluminio y otros aluminos con cristal. 700 ó 1000 w. Max. altura. color corregido.		0,9 a Altura de montaje	Buzno 0,75 Módulo 0,72 Módulo 0,68	J H G F E D C B A	0,45	0,42	0,40	0,45	0,42	0,40	0,42	0,40
						0,51	0,48	0,47	0,51	0,48	0,46	0,48	0,46
						0,55	0,53	0,51	0,55	0,52	0,51	0,52	0,51
						0,59	0,56	0,54	0,59	0,56	0,54	0,56	0,54
						0,61	0,59	0,57	0,61	0,59	0,57	0,59	0,57
						0,64	0,62	0,60	0,64	0,62	0,60	0,62	0,60
						0,66	0,64	0,63	0,66	0,64	0,63	0,64	0,63
						0,67	0,65	0,64	0,67	0,65	0,63	0,65	0,63
						0,69	0,67	0,66	0,69	0,67	0,65	0,67	0,65
						0,70	0,69	0,67	0,70	0,68	0,67	0,68	0,67
						0,73	0,71	0,69	0,73	0,71	0,69	0,71	0,69
						0,75	0,73	0,71	0,75	0,73	0,71	0,73	0,71
Directa	 Ventilador para fluorescentes 400 w H33-1-GU/C		1,2 a Altura de montaje	Buzno 0,73 Módulo 0,68 Módulo 0,63	J H G F E D C B A	0,35	0,32	0,30	0,35	0,32	0,29	0,31	0,29
						0,43	0,39	0,37	0,43	0,39	0,37	0,39	0,37
						0,49	0,45	0,42	0,49	0,45	0,42	0,45	0,42
						0,55	0,51	0,49	0,54	0,50	0,47	0,50	0,47
						0,59	0,55	0,52	0,59	0,54	0,52	0,54	0,51
						0,64	0,59	0,58	0,63	0,58	0,57	0,58	0,57
						0,67	0,64	0,61	0,66	0,63	0,61	0,63	0,61
						0,69	0,66	0,64	0,69	0,65	0,63	0,65	0,63
						0,73	0,70	0,68	0,71	0,69	0,67	0,69	0,67
						0,74	0,72	0,70	0,73	0,71	0,69	0,71	0,69
						0,76	0,74	0,72	0,76	0,74	0,72	0,74	0,72
						0,78	0,76	0,74	0,78	0,75	0,73	0,75	0,73
Directa	 Ventilador de posición Extra alta para fluorescentes 400 w H33-1-DU/C		1,5 a Altura de montaje	Buzno 0,73 Módulo 0,68 Módulo 0,63	J H G F E D C B A	0,34	0,30	0,27	0,34	0,30	0,27	0,29	0,27
						0,44	0,39	0,36	0,43	0,38	0,35	0,38	0,35
						0,50	0,46	0,42	0,50	0,45	0,42	0,45	0,42
						0,57	0,52	0,48	0,56	0,52	0,48	0,52	0,48
						0,62	0,57	0,54	0,61	0,57	0,53	0,57	0,53
						0,69	0,64	0,61	0,67	0,63	0,60	0,63	0,60
						0,73	0,69	0,65	0,71	0,67	0,63	0,67	0,63
						0,76	0,72	0,69	0,74	0,70	0,67	0,70	0,67
						0,79	0,76	0,74	0,78	0,75	0,73	0,75	0,73
						0,81	0,78	0,76	0,80	0,77	0,75	0,77	0,75
						0,82	0,79	0,77	0,82	0,79	0,77	0,79	0,77
						0,84	0,81	0,79	0,84	0,81	0,79	0,81	0,79
Directa	 Intermedia para fluorescentes. 400 w H33-1-CD		1,5 a Altura de montaje	Buzno 0,75 Módulo 0,72 Módulo 0,68	J H G F E D C B A	0,42	0,39	0,37	0,42	0,39	0,37	0,39	0,37
						0,49	0,45	0,44	0,49	0,45	0,44	0,45	0,44
						0,53	0,50	0,49	0,53	0,50	0,49	0,50	0,49
						0,55	0,52	0,51	0,55	0,52	0,51	0,52	0,51
						0,57	0,54	0,52	0,57	0,54	0,52	0,54	0,52
						0,59	0,57	0,55	0,59	0,57	0,55	0,57	0,55
						0,61	0,58	0,56	0,61	0,58	0,56	0,58	0,56
						0,63	0,61	0,59	0,63	0,61	0,59	0,61	0,59
						0,64	0,62	0,61	0,63	0,61	0,60	0,61	0,60
						0,67	0,64	0,62	0,67	0,64	0,62	0,64	0,62
						0,69	0,66	0,64	0,69	0,66	0,64	0,66	0,64
						0,70	0,67	0,65	0,70	0,67	0,65	0,67	0,65
Directa	 Intermedia para fluorescentes. 400 w H33-1-CD		0,5 a Altura de montaje	Buzno 0,75 Módulo 0,72 Módulo 0,68	J H G F E D C B A	0,47	0,43	0,41	0,47	0,43	0,41	0,43	0,41
						0,49	0,45	0,44	0,49	0,45	0,44	0,45	0,44
						0,50	0,46	0,45	0,50	0,46	0,45	0,46	0,45
						0,54	0,50	0,49	0,54	0,50	0,49	0,50	0,49
						0,56	0,54	0,52	0,56	0,53	0,52	0,53	0,52
						0,58	0,56	0,55	0,58	0,56	0,55	0,56	0,55
						0,59	0,56	0,55	0,59	0,56	0,55	0,56	0,55
						0,61	0,59	0,57	0,61	0,59	0,57	0,59	0,57
						0,62	0,61	0,60	0,62	0,61	0,60	0,61	0,60
						0,63	0,62	0,61	0,63	0,62	0,61	0,62	0,61
						0,64	0,63	0,62	0,64	0,63	0,62	0,63	0,62
						0,65	0,64	0,63	0,65	0,64	0,63	0,64	0,63
Directa	 Intermedia para fluorescentes. 1000 w H33-1-UV, H33-1-UV		0,7 a Altura de montaje	Buzno 0,70 Módulo 0,67 Módulo 0,63	J H G F E D C B A	0,41	0,37	0,35	0,41	0,37	0,35	0,37	0,35
						0,48	0,44	0,42	0,48	0,44	0,42	0,44	0,42
						0,53	0,49	0,47	0,53	0,49	0,47	0,49	0,47
						0,57	0,53	0,51	0,57	0,53	0,51	0,53	0,51
						0,60	0,57	0,55	0,60	0,57	0,55	0,57	0,55
						0,62	0,59	0,57	0,62	0,59	0,57	0,59	0,57
						0,64	0,61	0,60	0,64	0,61	0,60	0,61	0,60
						0,65	0,62	0,61	0,65	0,62	0,61	0,62	0,61
						0,67	0,64	0,63	0,67	0,64	0,63	0,64	0,63
						0,68	0,65	0,64	0,68	0,65	0,64	0,65	0,64
						0,69	0,66	0,65	0,69	0,66	0,65	0,66	0,65
						0,70	0,67	0,66	0,70	0,67	0,66	0,67	0,66
Directa	 Extra alta para fluorescentes. 1000 w H33-1-Y		1,3 a Altura de montaje	Buzno 0,60 Módulo 0,55 Módulo 0,50	J H G F E D C B A	0,30	0,28	0,27	0,30	0,28	0,27	0,28	0,27
						0,37	0,34	0,32	0,37	0,34	0,32	0,34	0,32
						0,43	0,40	0,38	0,43	0,40	0,38	0,40	0,38
						0,49	0,45	0,43	0,49	0,45	0,43	0,45	0,43
						0,53	0,50	0,48	0,53	0,50	0,48	0,50	0,48
						0,57	0,54	0,52	0,57	0,54	0,52	0,54	0,52
						0,60	0,57	0,55	0,60	0,57	0,55	0,57	0,55
						0,62	0,59	0,57	0,62	0,59	0,57	0,59	0,57
						0,64	0,61	0,60	0,64	0,61	0,60	0,61	0,60
						0,65	0,62	0,61	0,65	0,62	0,61	0,62	0,61
						0,67	0,64	0,63	0,67	0,64	0,63	0,64	0,63
						0,68	0,65	0,64	0,68	0,65	0,64	0,65	0,64
Directa	 Extra alta para fluorescentes. 1000 w H33-1-Y		0,5 a Altura de montaje	Buzno 0,60 Módulo 0,55 Módulo 0,50	J H G F E D C B A	0,30	0,28	0,27	0,30	0,28	0,27	0,28	0,27
						0,37	0,34	0,32	0,37	0,34	0,32	0,34	0,32
						0,43	0,40	0,38	0,43	0,40	0,38	0,40	0,38
						0,49	0,45	0,43	0,49	0,45	0,43	0,45	0,43
						0,53	0,50	0,48	0,53	0,50	0,48	0,50	0,48
						0,57	0,54	0,52	0,57	0,54	0,52	0,54	0,52
						0,60	0,57	0,55	0,60	0,57	0,55	0,57	0,55
						0,62	0,59	0,57	0,62	0,59	0,57	0,59	0,57
						0,64	0,61	0,60	0,64	0,61	0,60	0,61	0,60
						0,65	0,62	0,61	0,65	0,62	0,61	0,62	0,61
						0,67	0,64	0,63	0,67	0,64	0,63	0,64	0,63
						0,68	0,65	0,64	0,68	0,65	0,64	0,65	0,64

Valor de mantenimiento

Tipo	Unidad de standeado	Distribución	Distancia entre luminarias inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones									
					Techo		50%		70%		90%			
					Paredes	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%		
					Índice local	Coeficiente de utilización								
Fluorescentes	Semidirecta  2 Lámparas T-12		1,4 m Altura de montaje	Factor 0,70 Medio 0,60 Bajo 0,50	J	0,70	0,75	0,77	0,73	0,75	0,77	0,73	0,75	
					I	0,50	0,54	0,56	0,52	0,53	0,55	0,51	0,52	
					H	0,45	0,41	0,37	0,45	0,40	0,35	0,42	0,39	0,36
					G	0,54	0,48	0,44	0,57	0,47	0,43	0,45	0,43	0,42
					F	0,58	0,53	0,49	0,56	0,52	0,48	0,50	0,47	0,47
E	0,65	0,60	0,56	0,67	0,63	0,59	0,56	0,53	0,53					
D	0,70	0,65	0,61	0,65	0,63	0,59	0,60	0,58	0,58					
C	0,73	0,69	0,65	0,70	0,65	0,63	0,63	0,61	0,61					
B	0,77	0,73	0,70	0,73	0,70	0,65	0,67	0,65	0,65					
A	0,80	0,77	0,74	0,76	0,74	0,71	0,70	0,69	0,69					
Fluorescentes	Semidirecta  3 Lámparas 40 w y "Starline"		1,3 m Altura de montaje	Factor 0,70 Medio 0,60 Bajo 0,50	J	0,70	0,75	0,77	0,73	0,75	0,77	0,73	0,75	
					I	0,50	0,54	0,56	0,52	0,53	0,55	0,51	0,52	
					H	0,45	0,41	0,37	0,45	0,40	0,35	0,42	0,39	0,36
					G	0,53	0,48	0,44	0,51	0,47	0,42	0,44	0,44	0,47
					F	0,58	0,53	0,49	0,56	0,52	0,48	0,50	0,50	0,47
E	0,65	0,60	0,56	0,67	0,63	0,59	0,56	0,53	0,53					
D	0,69	0,64	0,61	0,66	0,62	0,59	0,60	0,58	0,58					
C	0,72	0,68	0,65	0,69	0,65	0,62	0,63	0,61	0,61					
B	0,76	0,72	0,70	0,72	0,70	0,67	0,67	0,65	0,65					
A	0,78	0,76	0,73	0,75	0,73	0,71	0,70	0,69	0,69					
Fluorescentes	Semidirecta  2 Lámparas T-12 altura, altura de 23"		1,2 m Altura de montaje	Factor 0,70 Medio 0,65 Bajo 0,50	J	0,77	0,73	0,70	0,76	0,72	0,70	0,72	0,70	
					I	0,55	0,50	0,47	0,53	0,50	0,47	0,50	0,49	
					H	0,41	0,36	0,33	0,39	0,35	0,32	0,34	0,31	
					G	0,47	0,42	0,40	0,45	0,41	0,37	0,39	0,38	
					F	0,51	0,46	0,43	0,49	0,45	0,41	0,43	0,43	
E	0,57	0,50	0,45	0,54	0,50	0,47	0,47	0,45						
D	0,60	0,57	0,53	0,57	0,54	0,51	0,51	0,49						
C	0,63	0,60	0,56	0,59	0,56	0,54	0,53	0,51						
B	0,67	0,64	0,61	0,67	0,63	0,58	0,58	0,55						
A	0,69	0,66	0,64	0,64	0,63	0,62	0,61	0,58						
Fluorescentes	Semidirecta  2 Lámparas de Alta Emisión de 1,5 amps		1,3 m Altura de montaje	Factor 0,70 Medio 0,60 Bajo 0,50	J	0,78	0,73	0,70	0,77	0,73	0,70	0,72	0,70	
					I	0,56	0,52	0,49	0,55	0,51	0,48	0,50	0,49	
					H	0,43	0,38	0,34	0,41	0,37	0,33	0,35	0,33	
					G	0,49	0,44	0,40	0,47	0,42	0,39	0,41	0,38	
					F	0,54	0,49	0,45	0,51	0,47	0,44	0,45	0,42	
E	0,60	0,55	0,51	0,57	0,53	0,50	0,50	0,48						
D	0,64	0,60	0,56	0,60	0,57	0,54	0,54	0,51						
C	0,67	0,62	0,60	0,62	0,60	0,57	0,56	0,54						
B	0,70	0,67	0,64	0,66	0,63	0,61	0,60	0,57						
A	0,73	0,70	0,68	0,68	0,65	0,64	0,62	0,61						
Fluorescentes	Semidirecta  1 Lámpara Baja Temper. de 100 w, con pantalla reflector		1,4 m Altura de montaje	Factor 0,75 Medio 0,70 Bajo 0,65	J	0,74	0,69	0,65	0,73	0,68	0,65	0,67	0,65	
					I	0,51	0,46	0,41	0,49	0,45	0,41	0,43	0,40	
					H	0,38	0,31	0,26	0,34	0,29	0,25	0,27	0,25	
					G	0,42	0,36	0,37	0,39	0,34	0,30	0,33	0,33	
					F	0,46	0,40	0,36	0,43	0,38	0,34	0,36	0,33	
E	0,51	0,46	0,41	0,48	0,43	0,40	0,41	0,38						
D	0,54	0,50	0,46	0,51	0,47	0,44	0,44	0,41						
C	0,57	0,53	0,49	0,53	0,50	0,47	0,47	0,44						
B	0,60	0,57	0,53	0,57	0,54	0,51	0,50	0,48						
A	0,63	0,60	0,57	0,58	0,57	0,54	0,54	0,52						

Tipo	Unidad de standeado	Distribución	Distancia entre luminarias inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones								
					Techo		50%		70%		90%		
					Paredes	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	
					Índice local	Coeficiente de utilización							
Fluorescentes	Directa  Emisor, lámpara con 23"		1,5 m Altura de montaje	Factor 0,70 Medio 0,60 Bajo 0,50	J	0,70	0,70	0,77	0,73	0,75	0,77	0,73	0,75
					I	0,41	0,37	0,34	0,41	0,37	0,34	0,35	0,37
					H	0,45	0,41	0,38	0,45	0,41	0,37	0,42	0,41
					G	0,50	0,45	0,43	0,45	0,43	0,40	0,45	0,43
					F	0,53	0,49	0,46	0,52	0,48	0,45	0,50	0,48
E	0,56	0,52	0,51	0,56	0,53	0,50	0,54	0,52					
D	0,59	0,56	0,54	0,59	0,55	0,53	0,57	0,55					
C	0,63	0,60	0,58	0,63	0,59	0,57	0,61	0,59					
B	0,67	0,64	0,61	0,67	0,63	0,61	0,65	0,63					
A	0,70	0,67	0,65	0,70	0,67	0,65	0,69	0,67					
Fluorescentes	Semidirecta  2 Lámparas de 40 w y "Starline"		1,3 m Altura de montaje	Factor 0,70 Medio 0,60 Bajo 0,50	J	0,70	0,74	0,77	0,73	0,75	0,77	0,73	0,75
					I	0,50	0,54	0,56	0,52	0,53	0,55	0,51	0,52
					H	0,45	0,41	0,37	0,45	0,40	0,35	0,42	0,39
					G	0,53	0,48	0,44	0,51	0,47	0,42	0,44	0,43
					F	0,58	0,53	0,49	0,56	0,52	0,48	0,50	0,47
E	0,64	0,59	0,55	0,67	0,63	0,59	0,60	0,58					
D	0,69	0,64	0,61	0,66	0,62	0,59	0,60	0,58					
C	0,73	0,69	0,65	0,70	0,65	0,63	0,63	0,61					
B	0,76	0,72	0,70	0,72	0,70	0,67	0,67	0,65					
A	0,78	0,76	0,73	0,75	0,73	0,71	0,70	0,69					
Fluorescentes	Semidirecta  2 Lámparas de 40 w y "Starline"		1,3 m Altura de montaje	Factor 0,70 Medio 0,60 Bajo 0,50	J	0,70	0,74	0,77	0,73	0,75	0,77	0,73	0,75
					I	0,50	0,54	0,56	0,52	0,53	0,55	0,51	0,52
					H	0,45	0,41	0,37	0,45	0,40	0,35	0,42	0,39
					G	0,53	0,48	0,44	0,51	0,47	0,42	0,44	0,43
					F	0,58	0,53	0,49	0,56	0,52	0,48	0,50	0,47
E	0,64	0,59	0,55	0,67	0,63	0,59	0,60	0,58					
D	0,69	0,64	0,61	0,66	0,62	0,59	0,60	0,58					
C	0,73	0,69	0,65	0,70	0,65	0,63	0,63	0,61					
B	0,76	0,72	0,70	0,72	0,70	0,67	0,67	0,65					
A	0,78	0,76	0,73	0,75	0,73	0,71	0,70	0,69					

Tipo	Unidad de alumbrado	Distancia	Distancia entre luminarias inferiores	Factor de mantenimiento	Techo	Reflexión													
						10%			30%			50%							
						10%	30%	50%	10%	30%	50%	10%	30%	50%					
Coeficiente de utilización						J	0.27	0.21	0.17	0.27	0.21	0.17	0.27	0.21	0.17	J	0.27	0.21	0.17
Directa		20 x 100	1.4 m Altura de montaje	Factor 0.75 Índice 0.65 Índice 0.55	J I N C F E D C B A	I	0.35	0.30	0.24	0.35	0.30	0.24	0.35	0.30	0.24	I	0.35	0.30	0.24
						N	0.43	0.36	0.30	0.41	0.34	0.28	0.43	0.36	0.30	N	0.43	0.36	0.30
						C	0.43	0.42	0.37	0.43	0.42	0.37	0.43	0.42	0.37	C	0.43	0.42	0.37
						F	0.45	0.43	0.41	0.43	0.42	0.41	0.43	0.42	0.41	F	0.45	0.43	0.41
						E	0.47	0.45	0.43	0.47	0.45	0.43	0.47	0.45	0.43	E	0.47	0.45	0.43
Directa		20 x 100	1.2 m Altura de montaje	Factor 0.70 Índice 0.60 Índice 0.50	J I N C F E D C B A	I	0.26	0.22	0.20	0.26	0.22	0.20	0.26	0.22	0.20	I	0.26	0.22	0.20
						N	0.32	0.29	0.26	0.32	0.29	0.26	0.32	0.29	0.26	N	0.32	0.29	0.26
						C	0.34	0.33	0.30	0.34	0.33	0.30	0.34	0.33	0.30	C	0.34	0.33	0.30
						F	0.43	0.41	0.37	0.43	0.41	0.37	0.43	0.41	0.37	F	0.43	0.41	0.37
						E	0.46	0.44	0.41	0.46	0.44	0.41	0.46	0.44	0.41	E	0.46	0.44	0.41
Directa		20 x 100	1.0 m Altura de montaje	Factor 0.70 Índice 0.60 Índice 0.50	J I N C F E D C B A	I	0.24	0.21	0.18	0.24	0.21	0.17	0.24	0.21	0.17	I	0.24	0.21	0.17
						N	0.30	0.27	0.24	0.30	0.27	0.24	0.30	0.27	0.24	N	0.30	0.27	0.24
						C	0.34	0.33	0.30	0.34	0.33	0.30	0.34	0.33	0.30	C	0.34	0.33	0.30
						F	0.41	0.39	0.37	0.41	0.39	0.37	0.41	0.39	0.37	F	0.41	0.39	0.37
						E	0.44	0.41	0.39	0.44	0.41	0.39	0.44	0.41	0.39	E	0.44	0.41	0.39
Directa		20 x 100	1.2 m Altura de montaje	Factor 0.70 Índice 0.60 Índice 0.50	J I N C F E D C B A	I	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	I	0.27	0.23	0.20
						N	0.34	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27	N	0.34	0.30	0.27
						C	0.38	0.36	0.32	0.38	0.36	0.32	0.38	0.36	0.32	C	0.38	0.36	0.32
						F	0.45	0.43	0.40	0.45	0.43	0.40	0.45	0.43	0.40	F	0.45	0.43	0.40
						E	0.47	0.45	0.43	0.47	0.45	0.43	0.47	0.45	0.43	E	0.47	0.45	0.43
Directa		20 x 100	1.2 m Altura de montaje	Factor 0.70 Índice 0.60 Índice 0.50	J I N C F E D C B A	I	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	I	0.27	0.23	0.20
						N	0.34	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27	N	0.34	0.30	0.27
						C	0.38	0.36	0.32	0.38	0.36	0.32	0.38	0.36	0.32	C	0.38	0.36	0.32
						F	0.45	0.43	0.40	0.45	0.43	0.40	0.45	0.43	0.40	F	0.45	0.43	0.40
						E	0.47	0.45	0.43	0.47	0.45	0.43	0.47	0.45	0.43	E	0.47	0.45	0.43
Directa		30 x 30	1.2 m Altura de montaje	Factor 0.70 Índice 0.60 Índice 0.50	J I N C F E D C B A	I	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	I	0.27	0.23	0.20
						N	0.34	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27	N	0.34	0.30	0.27
						C	0.38	0.36	0.32	0.38	0.36	0.32	0.38	0.36	0.32	C	0.38	0.36	0.32
						F	0.45	0.43	0.40	0.45	0.43	0.40	0.45	0.43	0.40	F	0.45	0.43	0.40
						E	0.47	0.45	0.43	0.47	0.45	0.43	0.47	0.45	0.43	E	0.47	0.45	0.43
Directa		30 x 30	1.4 m Altura de montaje	Factor 0.75 Índice 0.65 Índice 0.55	J I N C F E D C B A	I	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	I	0.27	0.23	0.20
						N	0.34	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27	N	0.34	0.30	0.27
						C	0.38	0.36	0.32	0.38	0.36	0.32	0.38	0.36	0.32	C	0.38	0.36	0.32
						F	0.45	0.43	0.40	0.45	0.43	0.40	0.45	0.43	0.40	F	0.45	0.43	0.40
						E	0.47	0.45	0.43	0.47	0.45	0.43	0.47	0.45	0.43	E	0.47	0.45	0.43
Directa		30 x 30	1.4 m Altura de montaje	Factor 0.70 Índice 0.60 Índice 0.50	J I N C F E D C B A	I	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	I	0.27	0.23	0.20
						N	0.34	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27	N	0.34	0.30	0.27
						C	0.38	0.36	0.32	0.38	0.36	0.32	0.38	0.36	0.32	C	0.38	0.36	0.32
						F	0.45	0.43	0.40	0.45	0.43	0.40	0.45	0.43	0.40	F	0.45	0.43	0.40
						E	0.47	0.45	0.43	0.47	0.45	0.43	0.47	0.45	0.43	E	0.47	0.45	0.43
Directa		30 x 30	1.2 m Altura de montaje	Factor 0.70 Índice 0.60 Índice 0.50	J I N C F E D C B A	I	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	I	0.27	0.23	0.20
						N	0.34	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27	N	0.34	0.30	0.27
						C	0.38	0.36	0.32	0.38	0.36	0.32	0.38	0.36	0.32	C	0.38	0.36	0.32
						F	0.45	0.43	0.40	0.45	0.43	0.40	0.45	0.43	0.40	F	0.45	0.43	0.40
						E	0.47	0.45	0.43	0.47	0.45	0.43	0.47	0.45	0.43	E	0.47	0.45	0.43

Fuentes:
centes

10% Reflexión en el techo
30% Reflexión en las paredes
50% Reflexión en el suelo

Para las luminarias con reflectores de aluminio, los coeficientes de utilización deben ser multiplicados por 0.85.

Para las luminarias con reflectores de pintura blanca mate, los coeficientes de utilización deben ser multiplicados por 0.95.

Para las luminarias con reflectores de pintura blanca brillante, los coeficientes de utilización deben ser multiplicados por 1.05.

C Tipo	Unidad de Agrupación	Distribución	Distancia entre Lámparas (cm)	Factor de Montaje	A. Factores												
					Tamaño Lámparas	20%			30%			40%					
						10%	20%	30%	10%	20%	30%	10%	20%	30%			
						Coeficiente de Utilización											
					J	0.31	0.37	0.44	0.50	0.56	0.63	0.69	0.75	0.82	0.88	0.94	1.00
					I	0.37	0.43	0.50	0.57	0.63	0.70	0.76	0.82	0.89	0.95	1.00	1.05
					H	0.42	0.47	0.53	0.61	0.67	0.74	0.80	0.86	0.93	0.99	1.04	1.09
					G	0.46	0.51	0.57	0.65	0.71	0.78	0.84	0.90	0.97	1.03	1.08	1.13
					F	0.53	0.58	0.64	0.73	0.79	0.86	0.92	0.98	1.05	1.11	1.16	1.21
					E	0.54	0.60	0.67	0.76	0.82	0.90	0.96	1.02	1.09	1.15	1.20	1.25
					D	0.55	0.61	0.68	0.78	0.84	0.92	0.98	1.04	1.11	1.17	1.22	1.27
					C	0.61	0.67	0.74	0.84	0.90	0.98	1.04	1.10	1.17	1.23	1.28	1.33
					B	0.68	0.74	0.81	0.92	0.98	1.06	1.12	1.18	1.25	1.31	1.36	1.41
					A	0.67	0.73	0.80	0.91	0.97	1.05	1.11	1.17	1.24	1.30	1.35	1.40
					J	0.29	0.34	0.39	0.46	0.52	0.59	0.65	0.71	0.77	0.83	0.89	0.95
					I	0.34	0.39	0.44	0.52	0.58	0.65	0.71	0.77	0.83	0.89	0.95	1.00
					H	0.36	0.41	0.46	0.54	0.60	0.67	0.73	0.79	0.85	0.91	0.97	1.02
					G	0.41	0.46	0.51	0.60	0.66	0.73	0.79	0.85	0.91	0.97	1.03	1.08
					F	0.44	0.49	0.54	0.63	0.69	0.76	0.82	0.88	0.94	1.00	1.06	1.11
					E	0.47	0.52	0.57	0.66	0.72	0.79	0.85	0.91	0.97	1.03	1.09	1.14
					D	0.50	0.55	0.60	0.69	0.75	0.82	0.88	0.94	1.00	1.06	1.12	1.17
					C	0.53	0.58	0.63	0.72	0.78	0.85	0.91	0.97	1.03	1.09	1.15	1.20
					B	0.53	0.58	0.63	0.72	0.78	0.85	0.91	0.97	1.03	1.09	1.15	1.20
					A	0.55	0.60	0.65	0.74	0.80	0.87	0.93	0.99	1.05	1.11	1.17	1.22
					J	0.27	0.32	0.37	0.44	0.50	0.57	0.63	0.69	0.75	0.81	0.87	0.92
					I	0.33	0.38	0.43	0.51	0.57	0.64	0.70	0.76	0.82	0.88	0.94	0.99
					H	0.37	0.42	0.47	0.55	0.61	0.68	0.74	0.80	0.86	0.92	0.98	1.03
					G	0.41	0.46	0.51	0.60	0.66	0.73	0.79	0.85	0.91	0.97	1.03	1.08
					F	0.44	0.49	0.54	0.63	0.69	0.76	0.82	0.88	0.94	1.00	1.06	1.11
					E	0.48	0.53	0.58	0.67	0.73	0.80	0.86	0.92	0.98	1.04	1.10	1.15
					D	0.51	0.56	0.61	0.70	0.76	0.83	0.89	0.95	1.01	1.07	1.13	1.18
					C	0.53	0.58	0.63	0.72	0.78	0.85	0.91	0.97	1.03	1.09	1.15	1.20
					B	0.56	0.61	0.66	0.75	0.81	0.88	0.94	1.00	1.06	1.12	1.18	1.23
					A	0.57	0.62	0.67	0.76	0.82	0.89	0.95	1.01	1.07	1.13	1.19	1.24
					J	0.24	0.29	0.34	0.41	0.47	0.54	0.60	0.66	0.72	0.78	0.84	0.89
					I	0.28	0.33	0.38	0.46	0.52	0.59	0.65	0.71	0.77	0.83	0.89	0.94
					H	0.32	0.37	0.42	0.50	0.56	0.63	0.69	0.75	0.81	0.87	0.93	0.98
					G	0.38	0.43	0.48	0.56	0.62	0.69	0.75	0.81	0.87	0.93	0.99	1.04
					F	0.44	0.49	0.54	0.62	0.68	0.75	0.81	0.87	0.93	0.99	1.05	1.10
					E	0.49	0.54	0.59	0.67	0.73	0.80	0.86	0.92	0.98	1.04	1.10	1.15
					D	0.56	0.61	0.66	0.74	0.80	0.87	0.93	0.99	1.05	1.11	1.17	1.22
					C	0.60	0.65	0.70	0.78	0.84	0.91	0.97	1.03	1.09	1.15	1.21	1.26
					B	0.64	0.69	0.74	0.82	0.88	0.95	1.01	1.07	1.13	1.19	1.25	1.30
					A	0.68	0.73	0.78	0.86	0.92	0.99	1.05	1.11	1.17	1.23	1.29	1.34
					J	0.24	0.29	0.34	0.41	0.47	0.54	0.60	0.66	0.72	0.78	0.84	0.89
					I	0.28	0.33	0.38	0.46	0.52	0.59	0.65	0.71	0.77	0.83	0.89	0.94
					H	0.32	0.37	0.42	0.50	0.56	0.63	0.69	0.75	0.81	0.87	0.93	0.98
					G	0.38	0.43	0.48	0.56	0.62	0.69	0.75	0.81	0.87	0.93	0.99	1.04
					F	0.44	0.49	0.54	0.62	0.68	0.75	0.81	0.87	0.93	0.99	1.05	1.10
					E	0.49	0.54	0.59	0.67	0.73	0.80	0.86	0.92	0.98	1.04	1.10	1.15
					D	0.56	0.61	0.66	0.74	0.80	0.87	0.93	0.99	1.05	1.11	1.17	1.22
					C	0.60	0.65	0.70	0.78	0.84	0.91	0.97	1.03	1.09	1.15	1.21	1.26
					B	0.64	0.69	0.74	0.82	0.88	0.95	1.01	1.07	1.13	1.19	1.25	1.30
					A	0.68	0.73	0.78	0.86	0.92	0.99	1.05	1.11	1.17	1.23	1.29	1.34
					J	0.24	0.29	0.34	0.41	0.47	0.54	0.60	0.66	0.72	0.78	0.84	0.89
					I	0.28	0.33	0.38	0.46	0.52	0.59	0.65	0.71	0.77	0.83	0.89	0.94
					H	0.32	0.37	0.42	0.50	0.56	0.63	0.69	0.75	0.81	0.87	0.93	0.98
					G	0.38	0.43	0.48	0.56	0.62	0.69	0.75	0.81	0.87	0.93	0.99	1.04
					F	0.44	0.49	0.54	0.62	0.68	0.75	0.81	0.87	0.93	0.99	1.05	1.10
					E	0.49	0.54	0.59	0.67	0.73	0.80	0.86	0.92	0.98	1.04	1.10	1.15
					D	0.56	0.61	0.66	0.74	0.80	0.87	0.93	0.99	1.05	1.11	1.17	1.22
					C	0.60	0.65	0.70	0.78	0.84	0.91	0.97	1.03	1.09	1.15	1.21	1.26
					B	0.64	0.69	0.74	0.82	0.88	0.95	1.01	1.07	1.13	1.19	1.25	1.30
					A	0.68	0.73	0.78	0.86	0.92	0.99	1.05	1.11	1.17	1.23	1.29	1.34
					J	0.24	0.29	0.34	0.41	0.47	0.54	0.60	0.66	0.72	0.78	0.84	0.89
					I	0.28	0.33	0.38	0.46	0.52	0.59	0.65	0.71	0.77	0.83	0.89	0.94
					H	0.32	0.37	0.42	0.50	0.56	0.63	0.69	0.75	0.81	0.87	0.93	0.98
					G	0.38	0.43	0.48	0.56	0.62	0.69	0.75	0.81	0.87	0.93	0.99	1.04
					F	0.44	0.49	0.54	0.62	0.68	0.75	0.81	0.87	0.93	0.99	1.05	1.10
					E	0.49	0.54	0.59	0.67	0.73	0.80	0.86	0.92	0.98	1.04	1.10	1.15
					D	0.56	0.61	0.66	0.74	0.80	0.87	0.93	0.99	1.05	1.11	1.17	1.22
					C	0.60	0.65	0.70	0.78	0.84	0.91	0.97	1.03	1.09	1.15	1.21	1.26
					B	0.64	0.69	0.74	0.82	0.88	0.95	1.01	1.07	1.13	1.19	1.25	1.30
					A	0.68	0.73	0.78	0.86	0.92	0.99	1.05	1.11	1.17	1.23	1.29	1.34

Factor
utili-

CU
CONOCIDO

43

$$E_{L_t} = E_{L_e} \times CU$$

ENERGIA
LUMINOSA
EMITIDA
POR LAS
LAMPARAS

$$E_{L_e} = N_{L_i} \times \phi_L$$

NUMERO DE
LAMPARAS
INSTALADAS

FLUJO LUMINOSO
EMITIDO POR
CADA LAMPARA

RECORDANDO QUE $N_i = \frac{E_{L_t}}{S}$
Y DESARROLLANDO:

$$N_i = \frac{E_{L_t}}{S} = \frac{E_{L_e} \times CU}{S} = \frac{N_{L_i} \times \phi_L \times CU}{S}$$

SE CONCLUYE:

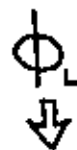
$$N_{L_i} = \frac{N_i \times S}{\phi_L \times CU}$$

DATO
(ESPECIFICACION
FABRICANTE)

LAMPARAS

CARACTERISTICAS

50



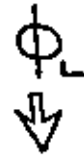
INCANDESCENTES

WATTS	VOLTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (CM.)	VIDA HORAS	LUMENS INICIALES	DEPRECIACION
SERVICIO GENERAL								
15	125	Media	A-15	Perla	8.6	1000	144	13%
25	"	"	A-19	"	9.8	"	265	15%
40	"	"	"	Cl. o Per.	10.5	"	470	9%
60	"	"	"	" "	"	"	855	6%
75	"	"	"	" "	"	"	1180	"
100	"	"	"	" "	10.7	"	1720	"
150	"	"	A-23	" "	14.8	"	2730	9%
200	"	"	PS-25	" "	17.0	"	3750	"
300	"	"	PS-30	" "	20.0	"	6000	12%
300	"	Mogul	PS-35	" "	23.0	"	5700	"
500	"	"	PS-40	Claro	24.1	"	9900	"
750	"	"	PS-52	"	32.4	"	15600	"
1000	"	"	"	"	"	"	21600	15%
1500	"	"	"	"	"	"	33000	21%
REFLECTORES USO INTERIOR								
30	125	Media	R-20	Difuso	10.2	2000	200	15%
50	"	"	"	"	"	"	430	"
75	"	"	R-30	Dif. o Con.	12.7	"	840	"
150	"	"	R-40	" "	15.9	"	1725	"
300	"	"	"	" "	"	"	3600	"
500	"	Med. Fald.	"	" "	16.5	"	6500	"
500	"	Mog. Mec.	"	" "	17.8	"	"	"
500	"	Mogul	R-52	Difuso	29.0	"	8300	"
750	"	"	"	"	"	"	12700	"
REFLECTORES USO EXTERIOR								
75	125	Media	PAR-38	Dif. o Con.	15.6	2000	730	15%
150	"	"	"	" "	"	"	1730	"
300	"	Med. Prot.	PAR-56	" "	12.70	"	3650	"
500	"	"	PAR-64	" "	15.3	"	6000	"

TIPO CUARZO (HALOGENAS)

WATTS	VOLTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (CM.)	VIDA HORAS	LUMENS INICIALES	DEPRECIACION
SERVICIO GENERAL								
500	120	R7S 15	T3Q/C1-RSC	Claro	11.0	2000	10,500	12%
1000	220	"	"	"	18.8	"	22,000	"
1500	"	"	"	"	25.4	"	33,000	"
2000	"	F-4	"	"	33.0	"	44,000	"

LAMPARAS CARACTERISTICAS

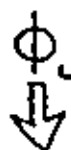


FLUORESCENTES.

WATTS	TIPO	ENCENDIDO	BULBO	ACABADO	LONGITUD	VIDA HORAS	LUMENS INICIALES	DEPRECIACION
					TOTAL (CM.)			
SERVICIO GENERAL								
15	Standard	Standard	T-8	B. Frío	45.7	7,500	830	16%
15	"	"	"	L. Día	"	"	710	"
15	"	"	T-12	B. Frío	"	"	725	14%
15	"	"	"	L. Día	"	"	620	"
20	"	"	"	B. Frío	61.0	"	1,170	13%
20	"	"	"	L. Día	"	"	995	"
40	E. Rápido	Rápido	"	B. Frío	122.0	9,000	3,100	10%
40	"	"	"	L. Día	"	"	2,600	"
38	Slimline	Instántáneo	"	B. Frío	"	"	2,900	11%
38	"	"	"	L. Día	"	"	2,400	"
55	"	"	"	B. Frío	183.0	"	4,290	9%
55	"	"	"	L. Día	"	"	3,600	"
74	"	"	"	B. Frío	244.0	"	6,050	"
74	"	"	"	L. Día	"	"	5,080	"
87	H. O.	Rápido	"	B. Frío	183.0	"	6,200	11%
87	"	"	"	L. Día	"	"	5,170	"
110	"	"	"	B. Frío	244.0	"	8,980	12%
110	"	"	"	L. Día	"	"	7,520	"
110	V. H. O.	"	"	B. Frío	122.0	6,000	6,900	20%
110	"	"	"	L. Día	"	"	5,900	"
160	"	"	"	B. Frío	183.0	"	11,100	"
160	"	"	"	L. Día	"	"	9,700	"
215	"	"	"	B. Frío	244.0	"	15,500	"
215	"	"	"	L. Día	"	"	13,300	"
110	P. Groove	"	PG-17	B. Frío	122.0	"	6,900	"
110	"	"	"	L. Día	"	"	6,150	"
160	"	"	"	B. Frío	183.0	"	10,900	"
160	"	"	"	L. Día	"	"	9,700	"
215	"	"	"	B. Frío	244.0	"	15,500	"
215	"	"	"	L. Día	"	"	13,300	"

LAMPARAS CARACTERISTICAS

52



VAPOR DE MERCURIO

WATTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (CM.)	VIDA HORAS	LUMENES INICIALES	DEPRE- CIA- CION
SERVICIO GENERAL							
175	Mogul	BT-28	BLANCO DE LUJO	21.2	24,000	8,500	15%
250	"	BT-28	BLANCO DE LUJO	22.6	"	13,000	"
250	"	"	COLOR CORREGIDO	"	"	11,850	"
400	"	BT-37	BLANCO DE LUJO	29.3	"	24,000	17%
400	"	"	COLOR CORREGIDO	"	"	24,000	"
700	"	BT-46	BLANCO DE LUJO	37.1	"	44,500	22%
700	"	"	COLOR CORREGIDO	"	"	41,000	"
1000	"	BT-56	BLANCO DE LUJO	39.0	"	63,000	"
1000	"	"	COLOR CORREGIDO	"	"	55,000	"

VAPORES METALICOS

WATTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (CM.)	VIDA HORAS	LUMENES INICIALES	DEPRE- CIACION	POSICION
SERVICIO GENERAL								
175	Mogul	BT-28	Claro	21.1	7,500	14,000	16%	Vertical
400	"	E-37	"	29.3	15,000	34,000	25%	"
1000	"	BT-56	"	39.0	10,000	100,000	18%	"
175	"	BT-28	"	21.1	7,500	14,000	16%	Horizontal
400	"	E-37	"	29.3	"	34,000	25%	"
1000	"	BT-56	"	39.0	10,000	100,000	18%	"

LAMPARAS CARACTERISTICAS

53



LUZ MIXTA

WATTS	VOLTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (CM.)	VIDA HORAS	LUMENES INICIALES	DEPRE- CIACION
SERVICIO GENERAL								
160	220	Media	BT-2B	Blanco	21.2	6000	2,900	15%
250	"	Mogul	"	"	22.6	"	5,500	"
500	"	"	BT-37	"	29.3	"	12,500	17%

VAPOR DE SODIO

WATTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (CM.)	VIDA HORAS	LUMENES INICIALES	DEPRE- CIACION
SERVICIO GENERAL							
40	VY22d	T-25	Claro	31	6000	4,400	15%
60	"	"	"	42.4	"	7,400	"
100	"	T-29	"	52.5	"	12,500	"
150	"	"	"	77.5	"	20,500	"
200	"	"	"	112.0	"	30,000	"

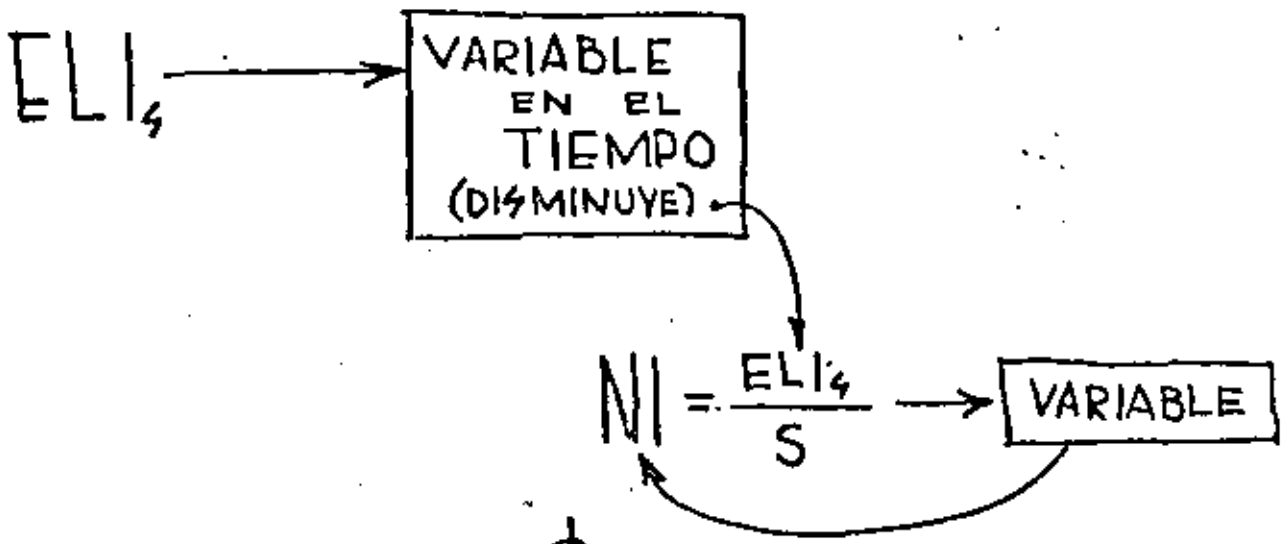
SODIO ALTA PRESION

WATTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (CM.)	VIDA HORAS	LUMENES INICIALES	DEPRE- CIACION
SERVICIO GENERAL							
250	Mogul	E-18	Claro	24.76	15,000	25,500	15%
400	"	"	"	24.76	20,000	50,000	"
1000	"	T-18	"	38.26	15,000	140,000	"

FACTOR DE MANTENIMIENTO

(FM)

54

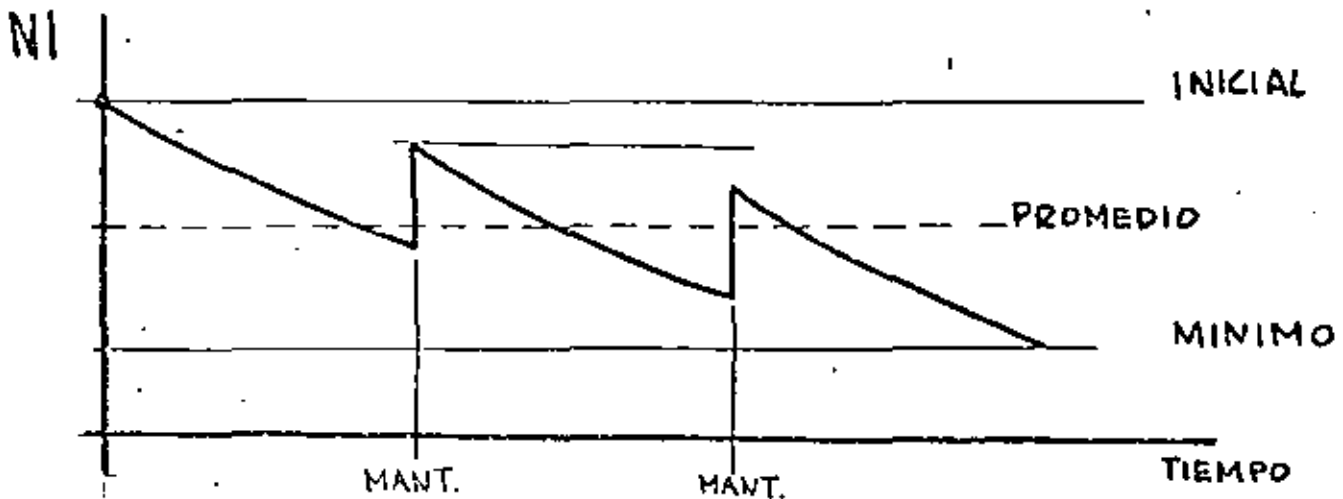


CAUSAS:

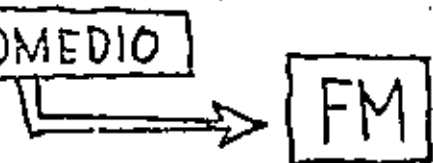
- Φ_L DISMINUYE (DEPRECIACION).
- REFLEXION PAREDES Y TECHO DISMINUYE (SUCIEDAD, ENVEJECIMIENTO)
- DIFUSORES LAMPS ENVEJECEN (PASA MENOS LUZ)
- REFLECTORES LUMINARIAS ENVEJECEN (REFLEJA MENOS LUZ).



COMPORTAMIENTO



SOLUCION: NO SE DISEÑA PARA CONDICIONES INICIALES, SINO **PROMEDIO**



CONDICIONES INICIALES

$$NL = \frac{NI \times S}{\phi_L \times CU}$$

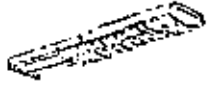



CONDICIONES PROMEDIO

$$NL = \frac{NI \times S}{\phi_L \times CU \times FM}$$

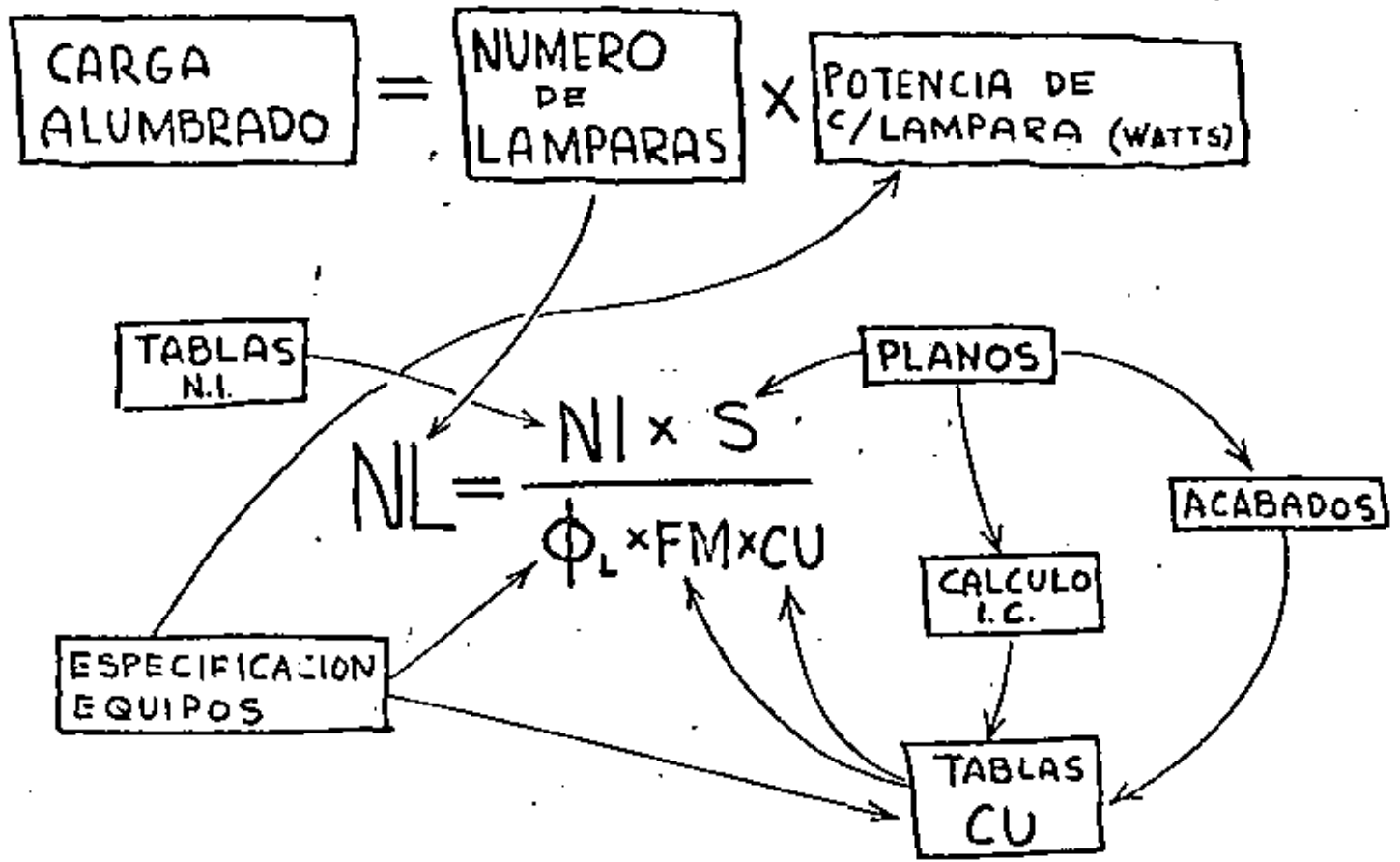
DETERMINACION DE F.M.

→ EN TABLAS DE CU:

FM

S Tipo	Unidad de Alumbrado	Distribución	Distancia entre Lámparas inferior	Factor de Mantenimiento	Reflexiones									
					Techo			Paredes			Índice local			
					80%	10%	50%	80%	10%	50%	80%	10%	50%	
	Directa  2 lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie		1.2 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.60	J	0.31	0.27	0.24	0.30	0.26	0.23	0.29	0.26	0.23
	Dirigida  4 lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie		1.1 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.60	J	0.38	0.34	0.32	0.38	0.34	0.32	0.37	0.34	0.32
	Reversa				J	0.37	0.33	0.30	0.37	0.33	0.30	0.36	0.33	0.30
					H	0.42	0.37	0.34	0.41	0.37	0.34	0.40	0.36	0.33
					G	0.46	0.42	0.39	0.45	0.41	0.38	0.43	0.40	0.38
					F	0.50	0.45	0.42	0.49	0.44	0.41	0.46	0.43	0.40
					E	0.54	0.50	0.47	0.53	0.49	0.46	0.50	0.47	0.45
					D	0.58	0.52	0.50	0.55	0.52	0.49	0.53	0.50	0.48
					C	0.58	0.55	0.52	0.57	0.54	0.52	0.54	0.52	0.50
					B	0.61	0.59	0.56	0.59	0.57	0.55	0.57	0.55	0.53
					A	0.62	0.60	0.58	0.61	0.59	0.57	0.58	0.56	0.55
					J	0.38	0.34	0.32	0.38	0.34	0.32	0.37	0.34	0.32
					I	0.34	0.30	0.27	0.33	0.30	0.27	0.32	0.29	0.27
					H	0.38	0.34	0.31	0.37	0.34	0.31	0.36	0.33	0.30
					G	0.41	0.37	0.35	0.40	0.37	0.35	0.39	0.36	0.34
					F	0.44	0.40	0.38	0.43	0.40	0.37	0.42	0.39	0.37
					E	0.47	0.44	0.42	0.47	0.44	0.41	0.45	0.43	0.41
					D	0.50	0.47	0.44	0.49	0.46	0.44	0.47	0.45	0.43
					C	0.51	0.49	0.46	0.50	0.48	0.45	0.48	0.46	0.45
					B	0.51	0.51	0.49	0.52	0.50	0.48	0.50	0.49	0.48
					A	0.55	0.53	0.51	0.53	0.52	0.50	0.51	0.50	0.49
					J	0.37	0.33	0.30	0.37	0.33	0.30	0.36	0.33	0.30
					I	0.33	0.29	0.26	0.33	0.29	0.26	0.32	0.28	0.26

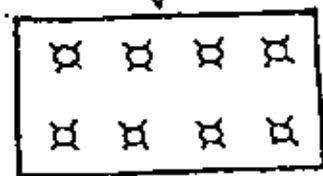
RESUMEN :



LIMITACION:

$$NI = \frac{ELI_c}{S}$$

DISTRIBUCION UNIFORME



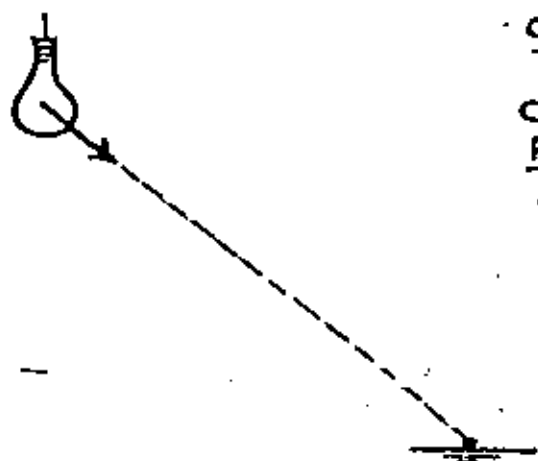
DISTRIBUCION NO UNIFORME



METODO "PUNTO X PUNTO"

METODO "PUNTO POR PUNTO"

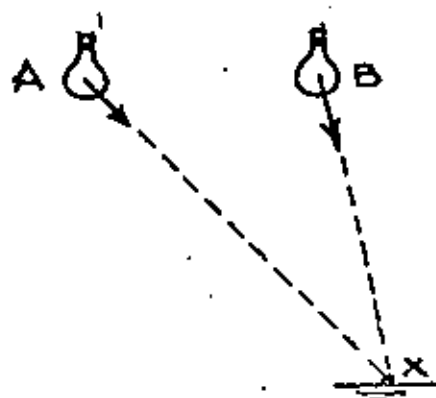
57.



CONSISTE:

CALCULAR EL NI EN UN PUNTO ORIGINADO POR LA ACCION DE LA ENERGIA LUMINOSA QUE A EL LLEGA.

PROPIEDAD ADITIVA:



EN "X"

A ORIGINA $N_{|x-A}$

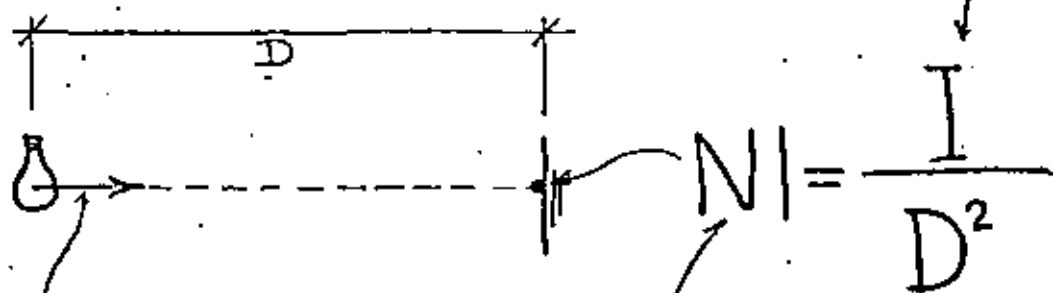
B ORIGINA $N_{|x-B}$

EL NI TOTAL EN "X"

ES $N_{|x-A} + N_{|x-B}$

PARA DETERMINAR EL NI EN UN PUNTO, NOS BASAMOS EN LA LEY DE "LA INVERSA DEL CUADRADO DE LA DISTANCIA:

"INTENSIDAD" DE LA FUENTE (CANDELAS)



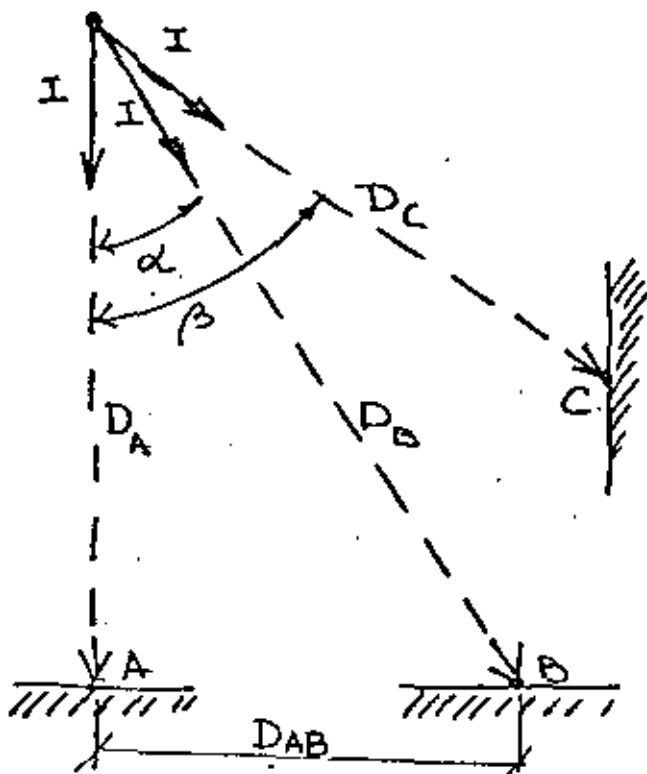
I = INTENSIDAD LUMINOSA

(LUX)

DISTANCIA (METROS)

$$N = \frac{I}{D^2}$$

SI LA SUPERFICIE NO ES 58
 PERPENDICULAR A LA
 DIRECCION DE LA RADIACION.



$$N|_C = \frac{I}{D_C^2} \text{ Sen } \beta.$$

$$N|_A = \frac{I}{D_A^2}$$

$$N|_B = \frac{I \text{ Cos } \alpha}{D_B^2}$$

$$N|_B = \frac{I \text{ Cos } \alpha}{D_A^2 + D_{AB}^2}$$

$$\text{Cos } \alpha = \frac{D_A}{D_B}$$

$$D_B = \frac{D_A}{\text{Cos } \alpha}$$

$$D_B^2 = \frac{D_A^2}{\text{Cos}^2 \alpha}$$

$$N|_B = \frac{I \text{ Cos } \alpha}{D_A^2 / \text{Cos}^2 \alpha}$$

$$N|_B = \frac{I}{D_A^2} \text{ Cos}^3 \alpha$$

METODO "PUNTO X PUNTO"

NOMOGRAMAS

59

Nomogramas para los cálculos de iluminación punto por punto. Determinar el ángulo de incidencia (θ) y la distancia del luminario al punto a iluminar (A) puede ser muy laborioso. La fórmula básica:

$$\text{Luxes} = \frac{cd}{D^2} (\cos \theta)$$

Puede expresarse como una función de la altura de montaje del luminario (MH).

Dado que :

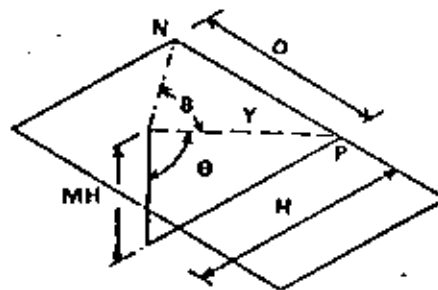
$$\cos \theta = \frac{MH}{D} \quad \text{o} \quad D = \frac{MH}{\cos \theta}$$

De donde :

$$\text{Luxes} = \frac{cd}{(MH)^2} (\cos \theta)^3$$

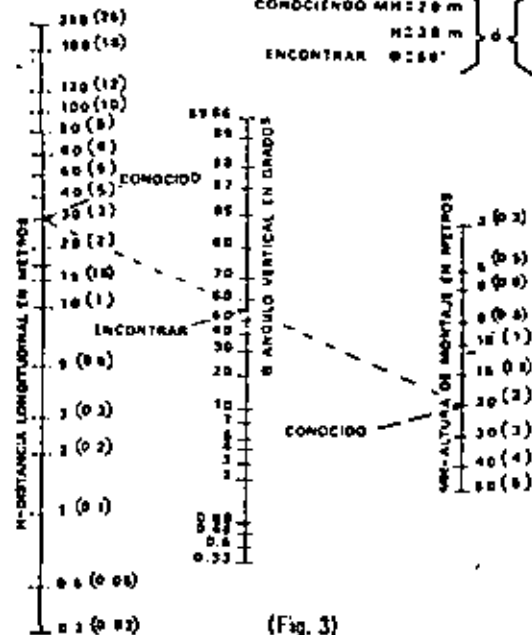
Esta fórmula se utiliza también para calcular la iluminación en superficies verticales, substituyendo la distancia horizontal por la altura de montaje (MH).

Todos los valores pueden ser calculados por el nomograma de la Fig. 3, a excepción de las candelas del luminario.



EJEMPLOS

CONOCIENDO MH = 20 m }
 H = 30 m }
 ENCONTRAR $\theta = 56^\circ$ }
 MH = 3 m }
 H = 3 m }
 $\theta = 56^\circ$ }



(Fig. 3)

Fig. 5.1.
Distribución del flujo
luminoso sobre
distintas superficies.

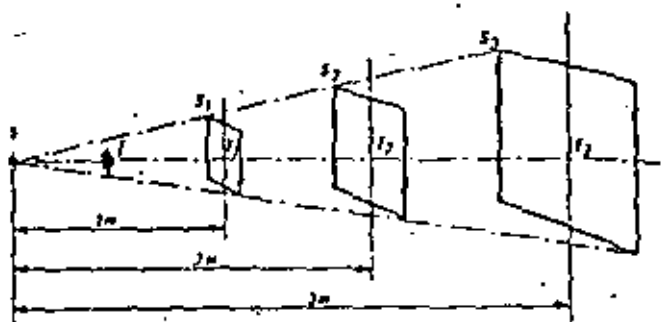
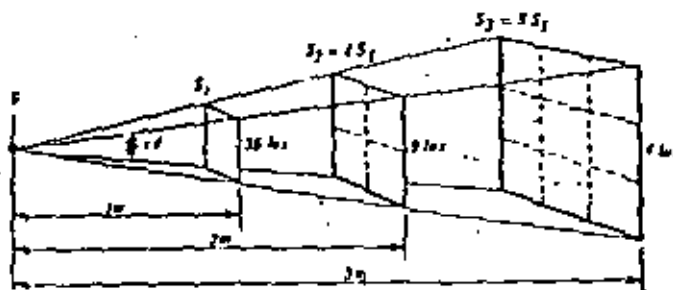
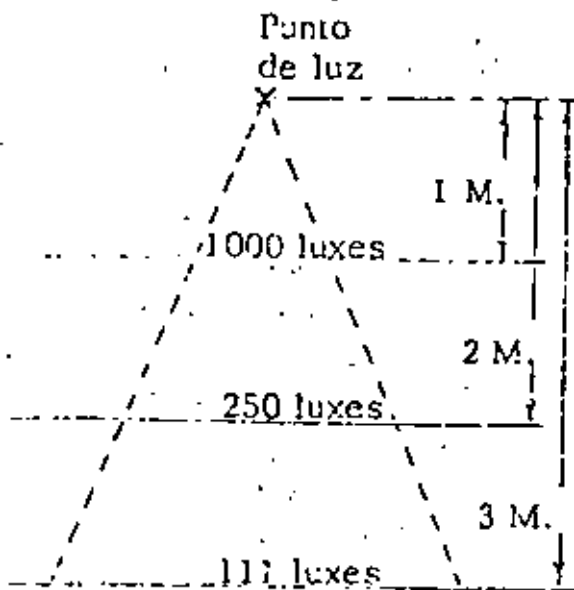
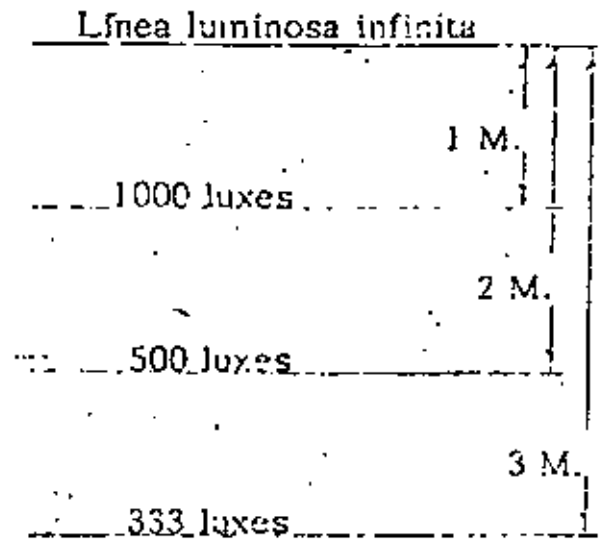


Fig. 5.2.
Aplicación de la ley de
la inversa del
cuadrado de la
distancia.

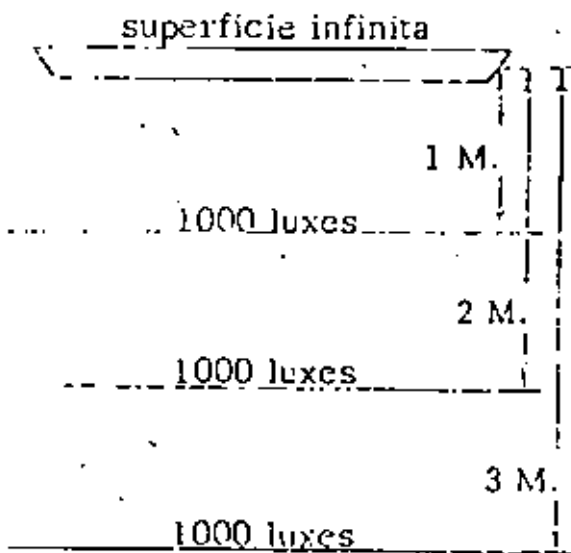




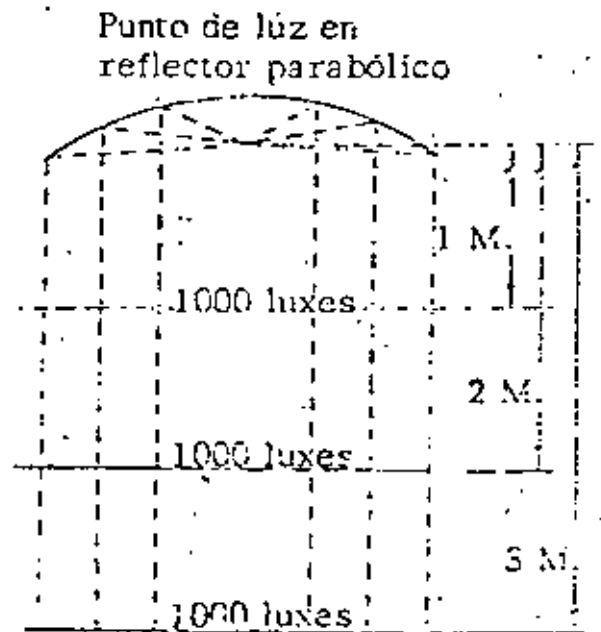
i. - Fuentes puntiformes



ii. - Fuentes lineales de longitud infinita.



iii - Fuente superficial de área infinita.



iv - Haz paralelo de luz.

DETERMINACION DEL VALOR DE I

"CURVAS FOTOMETRICAS"

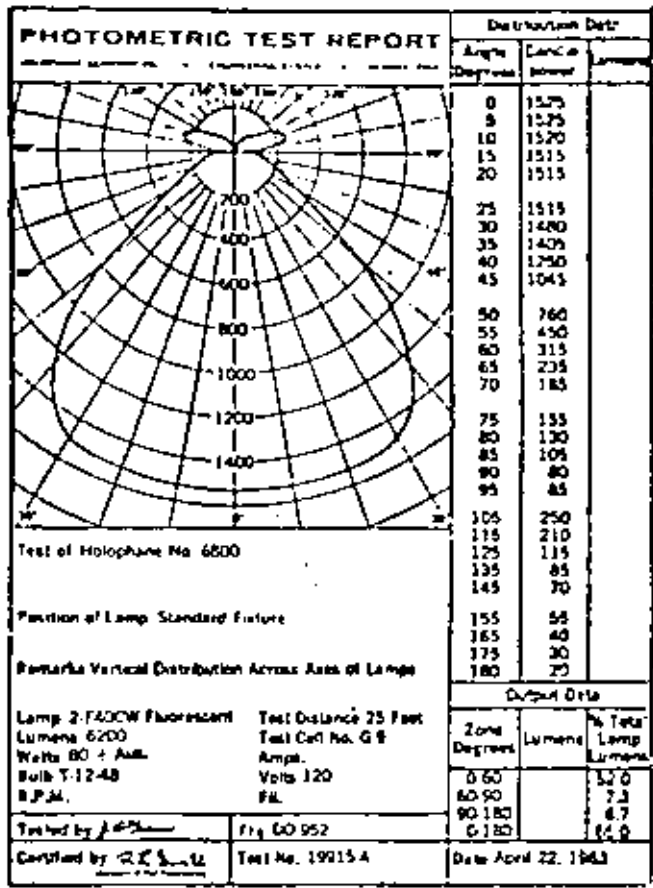


Figura 4. REPRODUCCION DE UN INFORME TÍPICO DE PRUEBA FOTOMETRICA.—De un luminaria cat. No. 6800 con 2 lámparas fluorescentes de 40 watts.

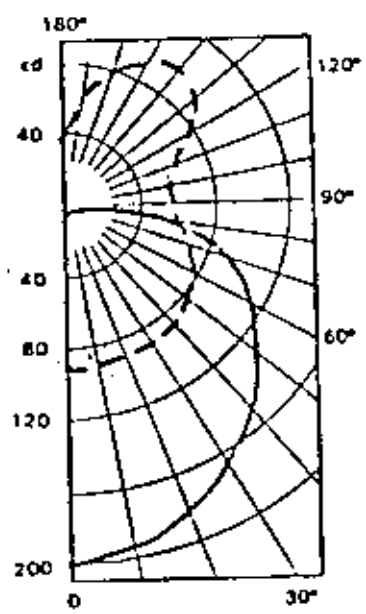
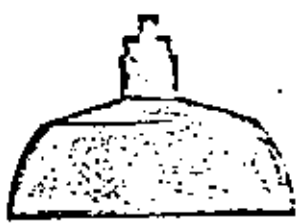


Fig. 4.B. Curva fotométrica de una lámpara de mercurio a alta presión con luminaria.

La candela, unidad de intensidad luminosa, se define como 1/60 de la intensidad luminosa por cm^2 del manantial luminoso patrón (cuerpo negro) a la temperatura de fusión del platino (2.046 °K).

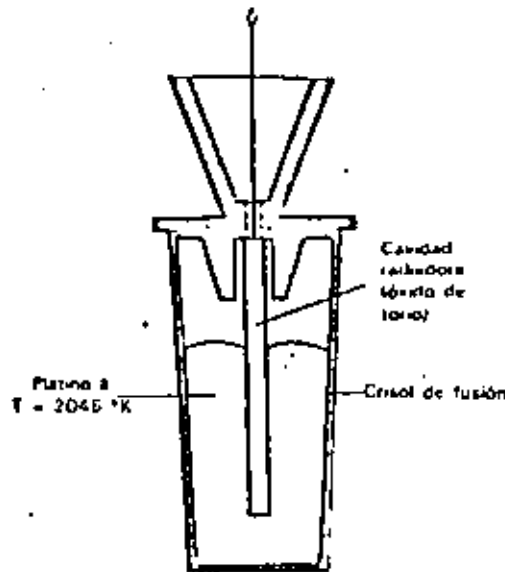


Fig. 4.4. Manantial luminoso patrón internacional (Cuerpo negro).

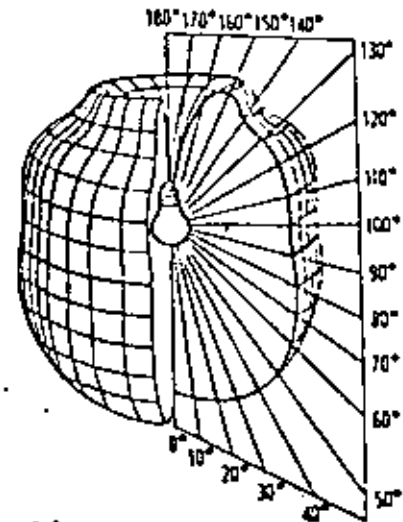


Fig. 4.5. Sólido fotométrico de una lámpara incandescente.

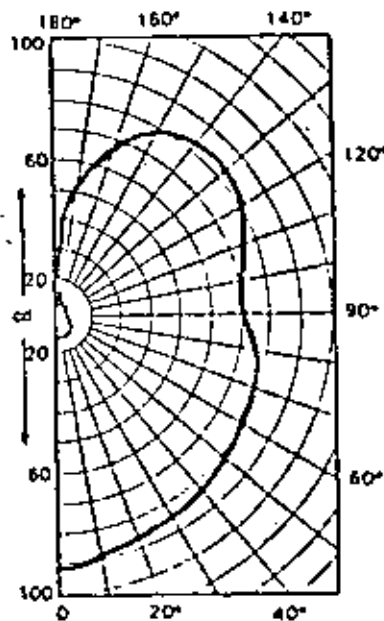


Fig. 4.6. Curva fotométrica de una lámpara incandescente Standard.

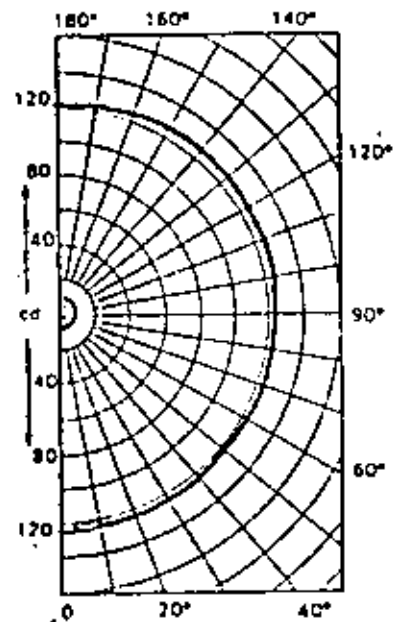


Fig. 4.7. Curva fotométrica de una lámpara fluorescente.

CARGAS DE APARATOS

65

PUEDE SER:-

• DEFINIDA

APARATOS CUYAS CARACTERISTICAS SON CONOCIDAS

PUEDEN SER:

• FIJOS → CONEXION PERMANENTE - □

• PORTATILES → CONTACTO - ⊕

EJEMPLO 6:-

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

• INDEFINIDA

PREVISION DE LA ENERGIA QUE A PARTIR DE UN CONTACTO PUEDE USAR UNO O VARIOS APARATOS.

UBICACION CONTACTOS → USO DEL LOCAL

ESTIMACION

- EN CASAS HABITACION Y CUARTOS HOTEL

**CARGA EN WATT/M² INCLUIDA
EN LOS VALORES DE LA TABLA
204.2 a 2 - NTIE-81**

Tipo de local	Cargas en watts por metro cuadrado
Auditorios	10
Bancos	30
Bodegas o almacenes	2.5
• Casas habitación	20
Clubs o casinos	20
Edificios industriales	20
Edificios de oficinas	30
Escuelas	20
Estacionamientos comerciales	5
Hospitales	20
• Hoteles, moteles y departamentos amueblados	20
Iglesias	10
Peluquerías y salones de belleza	30
Restaurantes	20
Tiendas	30

• Todos los contactos para aparatos menores de 3 amperes en casas habitación y cuartos de hoteles, moteles o departamentos (sin disposiciones para el uso de aparatos eléctricos para cocinar) pueden considerarse como salidas para alumbrado general y no es necesario incluir carga adicional alguna para ellos.

• CALCULO:-

1) UBICACION - DE ACUERDO CON EL USO

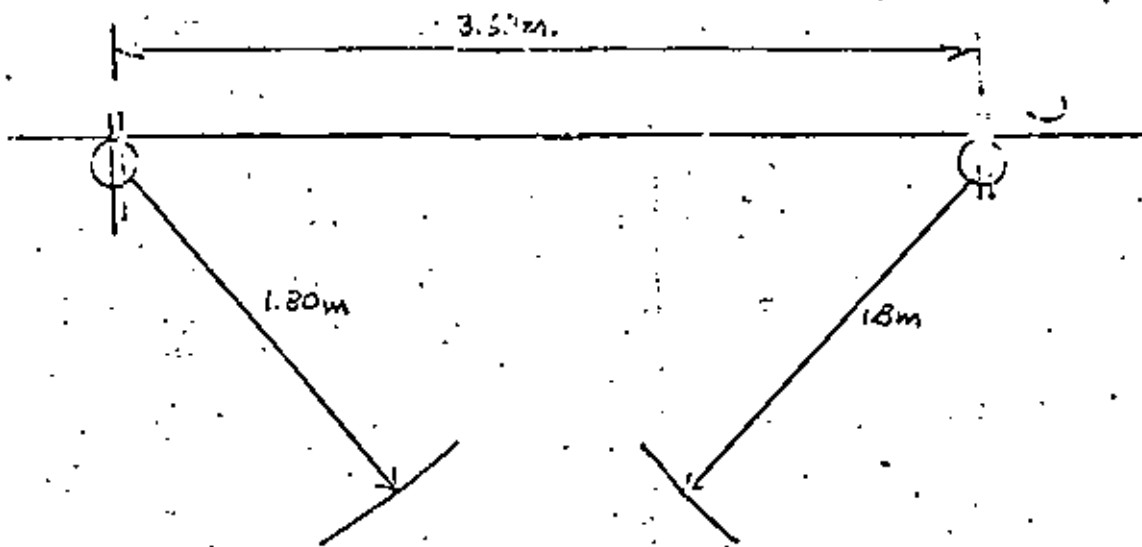
- RESIDENCIAS 1 Ø / LOCAL
2 CIRCUITOS DE 20 AMP
INDEPENDIENTES P/ COCINA
COMEDOR, SALA Y LAVADO
NTIE 2043 b

• OFICINAS - SEGUN: EQUIPOS
MOBILIARIOS

$S < 40m^2 \rightarrow 1 \text{Ø} / 3m\text{-muro}$
 $S > 40m^2 \rightarrow 8 \text{Ø} + 3 \text{Ø} / 40m^2$

2) CARGA = $180 \frac{W}{\text{Ø}}$

NTIE 204-2



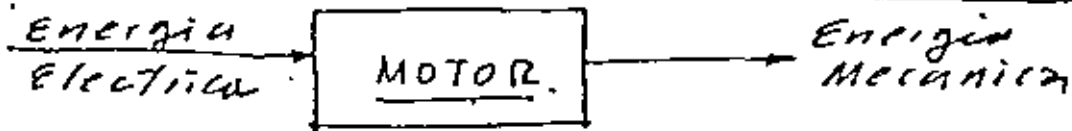
$$S < 40 \text{ m}^2 \longrightarrow 1 \text{ } \phi \text{ / } 3 \text{ m.}$$

$$S > 40 \text{ m}^2 \longrightarrow 8 \text{ } \phi + 3 \text{ } \phi < 40 \text{ m}^2$$

CARGAS de FUERZA

68

MOTORES



o) PARAMETROS ELECTRICOS

↳ DEFINE: → CARACTERISTICAS DE PLACA del MOTOR.

EJEMPLO:

- POTENCIA.
- VOLTAJE
- CORRIENTE a PLENA CARGA
- FASES.
- CONEXION
- ✓ FRECUENCIA.
- FACTOR de POTENCIA.
- R. P. M.
- TEMPERATURA de OPERACION
- TIPO de AISLAMIENTO
- CORRIENTE a ROTOR - BLOQUEADO
↳ (Letra de Código NEMA)

o) CARACTERISTAS de OPERACION

- Régimen de Carga
- Tipo de Control.
- ciclo de operción.

SISTEMAS QUE INTEGRAN
UNA I.E.

- 1.- SISTEMA DE CONDUCTORES
- 2.- SISTEMA DE CANALIZACION
- 3.- SISTEMA DE PROTECCION
- 4.- SISTEMA DE CONTROL



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS
(EN COLABORACION CON EL INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD VERACRUZANA)**

MEDIOS DE CANALIZACION

**ING. IGNACIO GONZALEZ
15-16 OCTUBRE, 1982**

MEDIOS DE CANALIZACION

CANALIZACION: - "MEDIO o MEDIOS QUE SE USAN PARA ALOJAR A LOS CONDUCTORES DE UNA I.E. Y QUE SON :

- DISEÑADOS
- CONSTRUIDOS
- UTILIZADOS

..... PARA TAL FIN"
(NTIE-81-101)

OBJETIVO: SOPORTE DE LOS
PROTECCION CONDUCTORES

vs

• DAÑO
MÉCANICO

• EFECTO del
AMBIENTE

PROTECCION vs DAÑO MECANICO

(DE CONDUCTORES - NTIE-81-301-4)

- UBICACION PROPIA
- CUBIERTAS ADECUADAS

PROTECCION vs EFECTOS DEL AMBIENTE

(NTIE-81-301-3)

- SI ES DE MAT. NO RESISTENTE a CORROSION:
 - GALVANIZADO INTERIOR y EXTERIOR
 - PINTURA, BARNIZ, Rec. PLASTICO

↳ SOLO INTERIORES

- DEBEN TENER PROTECCION "ADECUADA al MEDIO":-

- EN
- "CONDICIONES CORROSIVAS" →
 - COLADAS en CONCRETO
 - ENTERRADAS

LUGAR "HUMEDO" (101)
(MODERADO GRADO DE HUMEDAD POR CONDENS. SOTANOS, GRANEROS.)

LUGAR "MOJADO" (101)
(CONDICION EXTREMA DE HUMEDAD: INTEMPERIE, LAVADO, ENTERRADAS)

ZONA COSTERA (101)
(50 KM TIERRA APTEND)

PRESENCIA GASES, VAPORES, o POLVOS de PRODS. QUIMICOS.

- EN LUGARES "HUMEDOS o MOJADOS":
 - NO EN CONTACTO DIRECTO CON LA SUPERFICIE.

CARACTERISTICAS GENERALES

• DEBEN TENER CONTINUIDAD :

• ELECTRICA:

METALICA SIEMPRE CONECTADA A TIERRA

(NTIE-81-301-5, 206-21)

• MECANICA:

• RENATADAS (FIJAS) A CADA CAJA O ACCESORIO

• SI CAMBIA EL TIPO DE CANALIZACION

↓
CAJA ADECUADA

• NO DEBE ALOJAR CONDUCTORES DE SISTEMAS DIFERENTES : EJ:

- 220/127.5 vs 440V

- C.D.

- FRECUENCIA DIFERENTE

- COMUNICACION . etc.

SIST. NORMAL
VS
SIST. EMERG

Excep: - CONTROL CON CIRCUITO DE FZA → SI ↓

MISMO AISLAMIENTO

CTO. Balastro y CTO Alumbrado.

• CANTIDAD DE CONDUCTORES:

• COLOCARLOS

• REMOVERLOS

• DISIPAR CALOR

DEBE PERMITIR FACILIDAD PARA

(NTIE-81-301-10)

CARACTERISTICAS GENERALES (2)

• DEBE EVITARSE :

• LA CIRCULACION DE AIRE ENTRE PARTES DE UNA CANALIZACION EXPUESTAS A DIFERENTES TEMPERATURAS. (301.13)

• LA CIRCULACION DE CUALQUIER CORRIENTE INDUCIDA EN UNA CANALIZACION METALICA. (301.14)

• INSTALAR UNA CANALIZACION EN DUCTOS DE EXTRACCION DE POLVOS, VAPORES ó BASURA. (301.16)

(SI EN DUCTOS de A.A → TUBERIA METALICA)

• CANALIZACION PARA DIVERSOS USUARIOS :- (301.17)

• PUEDE OCUPAR MISMA CANALIZACION (EN AREAS COMUNES)

• EN CONDOMINIOS → CANALIZACIONES SEPARADAS

METODOS DE CANALIZACION REGLAMENTADOS

- TUBO CONDUIT
 - METALICO RIGIDO
 - PESADO
 - SEMIPESADO
 - LIGERO
 - METALICO FLEXIBLE
 - NO METALICO
 - PVC
 - POLIETILENO
- DUCTOS METALICOS CON TAPA
- DUCTOS METALICOS CON BARRAS
- DUCTOS PARA PISO
- CHAROLAS
- INSTALACION VISIBLE SOBRE AISLADORES
- EXTENSIONES CORTAS VISIBLES

INSTALACION VISIBLE

SOBRE AISLADORES

(NTIE-81-312)

CARACTERISTICAS:-

- CONDUCTORES
- UNIPOLARES
 - AISLADOS
 - SOPORTE → AISLADORES.

USO

- INTERIORES y EXTERIORES
- LUGARES SECOS y HUMEDOS

EXCLUSIONES:

- ESTACIONAMIENTOS COMERCIALES.
- SALAS de REUNION (CINES, TEATROS, etc.).
- ESTUDIOS de CINE
- CUBOS de ELEVADOR
- AREAS "PELIGROSAS" →

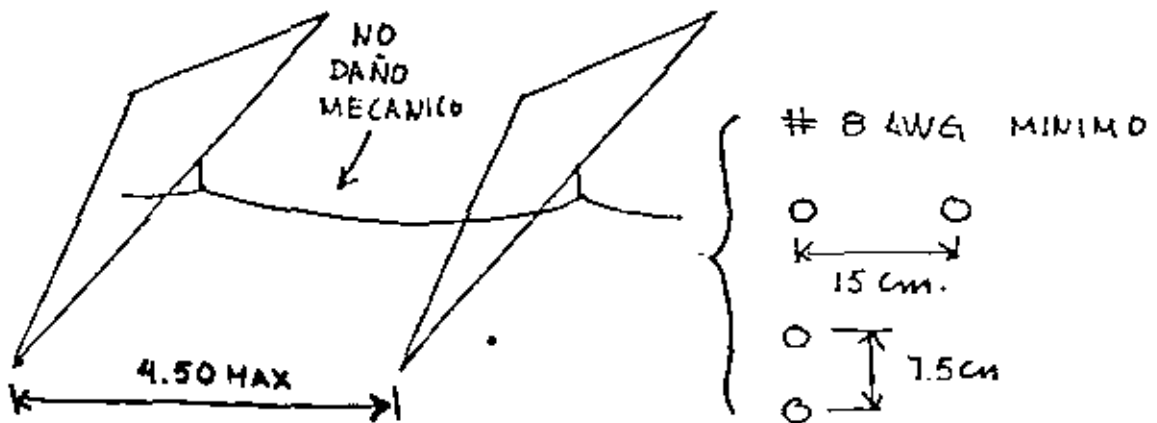
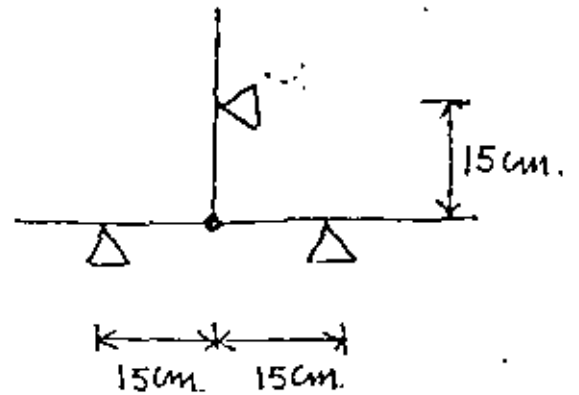
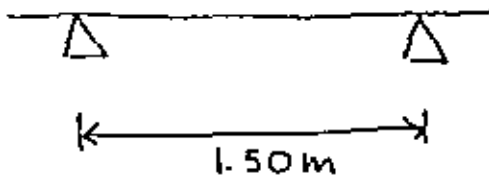
{ PELIGRO POR
LA EXISTENCIA Y
CONCENTRACION EN
LA ATM. DE GASES,
VAPORES, H.Q. VOLATILES
POLVOS O PELUCAS
COMBUSTIBLES O INFL.

VENTAJAS:-

- MENOR COSTO: → { MATERIAL
INSTALACION
- AUMENTO CAPACIDAD DE CORRIENTE
DE LOS CONDUCTORES AL MONTARSE
"AL AIRE" → NTIE Tabla 302-4.

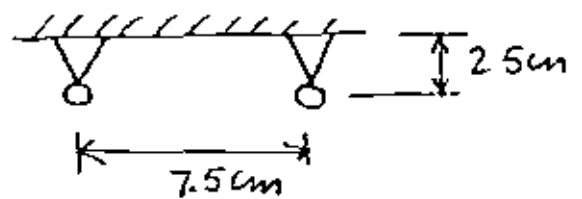
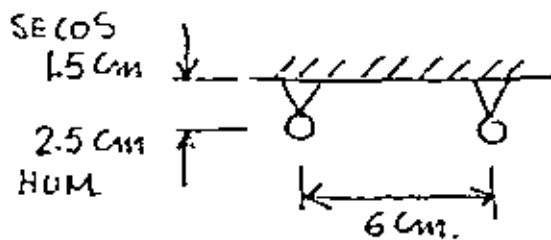
MONTAJE

CONDICIONES MINIMAS



300 V

600 V



Continúa TABLA 302.4
Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
300	240	375	285	445	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	435	730	520	870	555	940	555	940
1 000	455	780	545	935	585	1 000	585	1 000

* Los tipos EP y XHHW pueden ser directamente enterrados. (Véanse notas de esta tabla al final de la misma).

Continúa TABLA 302.4.

Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

* Estos tipos corresponden a cables multiconductores cuya designación se refiere a las características de la cubierta o forro del cable y no a la del aislamiento del conductor.

TABLA 302.4
Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

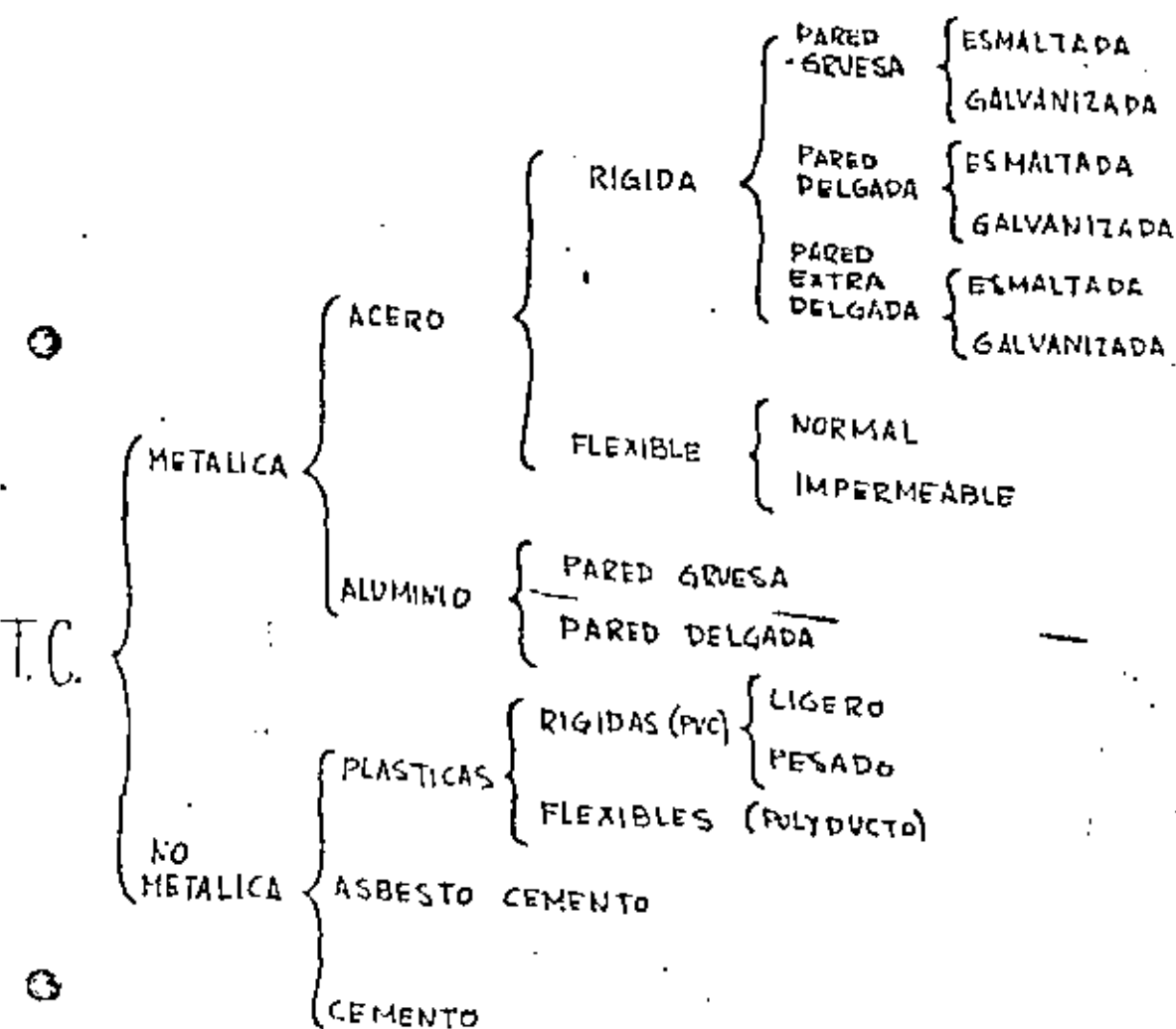
Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB, SIS, FEP, THW, RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre AWC MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	360	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425

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

TUBERIA PARED GRUESA ..

VS

TUBERIA PARED DELGADA.

DIFERENCIA:-

P.G. se puede roscar.

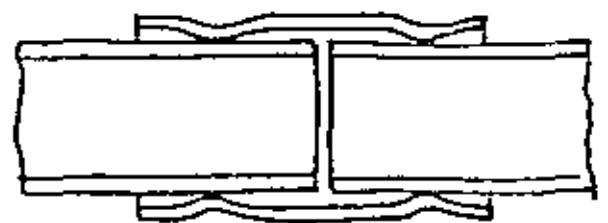
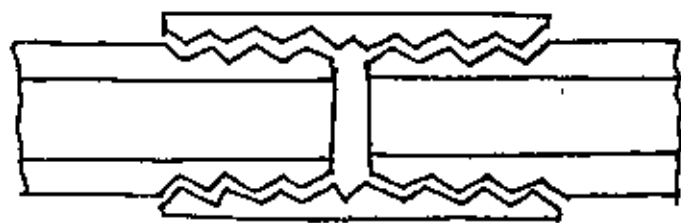
P.D. no se puede roscar



ACOPLAMIENTO

P.G.

P.D.



MAS RIGIDEZ
MEJOR CONTINUIDAD.
MEJOR ESTANQUEIDAD.

TUBO NO METALICO

CARACTERISTICAS GENERALES:-

- $\phi_{\text{MINIMO}} = 13\text{mm}$
- ACCESORIOS : DEBEN SER APROBADOS ESPECIFICAMENTE PARA EL USO
↓
 - UNION ENTRE TUBOS
 - UNION A CAJA
 - BOQUILLAS
- CAJAS: RECOMENDABLE → MISMO MATERIAL
METALICAS → DEBEN CONECTARSE A TIERRA
- CONEXION a TIERRA (CONTINUIDAD) :
DEBE instalarse SIEMPRE UN CONDUCTOR ADICIONAL DE PUESTA A TIERRA.

TUBO RIGIDO DE PVC

(NTIE-81-30614)

CARACTERISTICAS:-

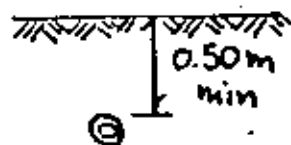
DEBE SER :

- AUTOEXTINGUIBLE
- RESISTENTE a
 - APLASTAMIENTO
 - AGENTES QUIMICOS
 - HUMEDAD

USO:-

- INSTALACIONES OCULTAS
- INSTALACIONES VISIBLES
 - ↳ NO EXPUESTAS a DAÑO MECANICO
- SITIOS EXPUESTOS a AGENTES QUIMICOS
 - ↳ DEBE RESISTIR
- LOCALES "HUMEDOS" o "MOJADOS"

• ENTERRADO :



EXCLUSIONES:

- LOCALES "PELIGROSOS"
- TEATROS, CINES, etc (SALVO CUANDO NO PUEDE SER METALICA)
- COMO SOPORTE LUMINARIOS
- si $t_a > 70^\circ\text{C}$

SOPORTES :

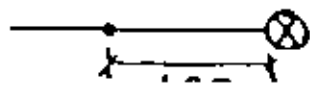
ESPACIAMIENTO MAXIMO:-

ϕ 13-19 mm \longrightarrow 1.20 m

63-76 mm \longrightarrow 1.80 m

ϕ 25-51 mm \longrightarrow 1.50 m

89-102 mm \longrightarrow 2.10 m



TUBO DE POLIETILENO

(NTIE 81-306-23)

(POLYDUCTO NARANJA)

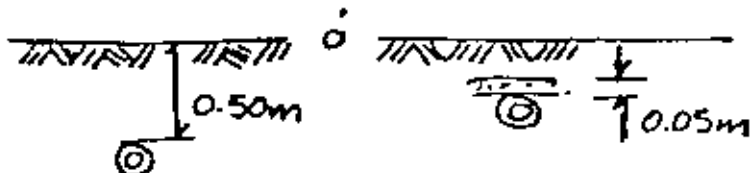
CARACTERISTICAS

DEBE SER RESISTENTE A:

- HUMEDAD
- AGENTES QUIMICOS ESPECIFICOS
- RESISTENCIA MECANICA "ADECUADA"
 - PROT. CONDUCTORES
 - TRATO "RUDO" EN INSTALACION

USO:

- EN TENSION MAXIMA DE 150V a TIERRA.
- EMBEBIDO EN MUROS, PISOS o TECHOS.
- ENTERRADO:



EXCLUSIONES:

- OCULTO POR PLAFONES en TECHOS
- OCULTO EN CUBOS
- EN INSTALACIONES VISIBLES

COSTO - ANALISIS COMPARATIVO TUBERIA CONDUIT

W. (Pulg.)	13 (1/2)	19 (3/4)	25 (1)	32 (1 1/4)	38 (1 1/2)	51 (2)	63 (2 1/2)	76 (3)	10
P.G. ESM	100	125	194	250	325	445	944	1,188	1,7
P.G. GALV.	112	142	221	284	369	505	1,067	1,345	1,9
P.D. ESM	67	93	164	178	249	313			
P.D. GALV.	78	108	188	255	287	361			
P.E.D. ESM.	46	63							
P.E.D. GALV.	56	77							
FLEX. NORM	76	110	145	227	278	536	615	690	1,4
FLEX. IMP.	202,4	293	410	630	813	1,368	4,229	5,919	8,3
ALUM. P.G.	1,248	1,594	2,333	3,205	3,835	5,117	8,271	10,824	15,1
PL. RIG. LIG.	38	50	65	108	132	191			
PL. RIG. PES.	57	76	96	125	158	239	333	415	5
PL. FLEX. (POLYD.)	10	19	30	45	52	73		191	
ISP. EM.							235	270	3
EMENTO.									

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 IMPERM. | 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 | |

CONDICIONES de DISEÑO:

•) DIAMETRO MIMIMO : 13mm (1/2")

(EXCEP. 9.5mm 3/8"
- TUBO FLEX)

[304.3]
[305.2]
[306.3]

•) NUMERO PERMITIDO de CONDUCTORES:

(310-10)

↳ LIMITADO

POR: FACILIDAD

DE →

- COLOCAR
- REMOVEIR
- DISIPAR CALOR

•) 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%		-	-

Tabla 1.1
Dimensiones de tubo conduit y área disponible para los conductores

Diámetro nominal		Diámetro interior (mm)	Área interior total (mm ²)	Área disponible para conductores (mm ²)	
mm	pulg.			40% (para 3 conductores o más)	30% (para 2 conductores)
13	$\frac{1}{2}$	15.81*	196	78	59
19	$\frac{3}{4}$	21.30*	356	142	107
25	1	26.50*	552	221	166
32	$1\frac{1}{4}$	35.31*	979	392	294
38	$1\frac{1}{2}$	41.16*	1 331	532	399
51	2	52.76*	2 186	874	656
63	$2\frac{1}{2}$	62.71**	3 088	1 235	926
76	3	77.93**	4 769	1 908	1 431
89	$3\frac{1}{2}$	90.12**	6 378	2 551	1 913
102	4	102.26**	8 213	3 285	2 464

* Corresponde al tubo metálico tipo ligero.

** Corresponde al tubo metálico tipo pesado.

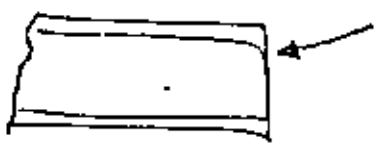
Los valores de esta tabla sirven de base para determinar el número máximo de conductores que pueden alojarse en un tubo conduit. Desde el punto de vista práctico estos valores pueden aplicarse en cualquier caso, aun cuando las dimensiones interiores de los distintos tipos de tubos conduit son ligeramente diferentes entre sí.

Tabla 1.2
Dimensiones de conductores con aislamiento de hule y termoplástico¹

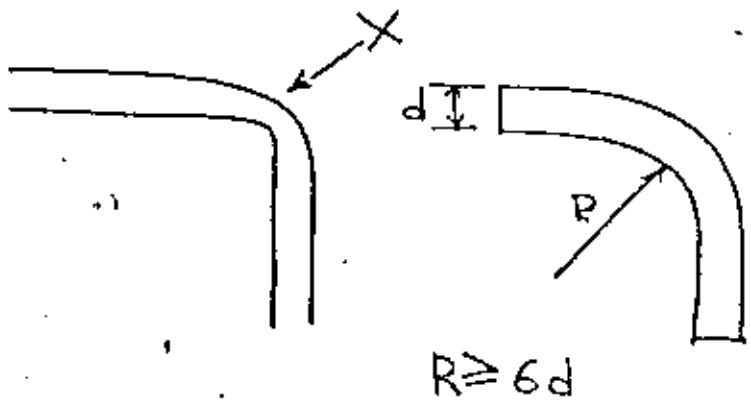
Calibre AWG, MCM	Tipos T, TB y THBT RNB y RNB (con cubierta exterior)		Tipos RNB y RNB (con cubierta exterior)		Tipos THBN y THBN		
	Diámetro mm	Área mm ²	Diámetro mm	Área mm ²	Diámetro mm	Área mm ²	
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	
A							
L 14	3.3	8.7	—	—	2.7	5.9	
A 14	4.1*	13.3*	5.2	21.1	—	—	
M 12	3.8	11.1	—	—	3.2	7.9	
B 12	4.5*	16.2*	5.6	24.7	—	—	
R 10	4.3	14.3	—	—	4.0	12.3	
E 10	5.0*	20.1*	6.1	29.7	—	—	
S							
	14	3.6	9.9	—	—	6.9	
	14	4.3*	14.8*	5.4	23.0	—	
	12	4.0	12.8	—	—	9.3	
	12	4.8*	18.4*	5.9	27.3	—	
	10	4.6	16.8	—	—	14.7	
	10	5.4*	23.0*	6.5	33.3	—	
	8	6.2	30.4	—	—	25.0	
	8	7.0*	38.6	8.3	54.5	—	
C							
A	6	8.2	52.9	10.1	79.8	6.6	34.2
B	4	9.4	70.1	11.5	103.5	8.4	55.2
	2	11.0	95.0	13.0	153.3	9.9	77.3
L	1/0	13.9	152.7	16.0	200.5	12.5	123.5
	2/0	15.1	179.4	17.1	230.9	13.7	147.6
E	3/0	16.4	212.1	18.5	269.3	15.0	176.7
	4/0	17.9	251.6	19.9	312.3	16.4	211.2
S							
	250	20.0	314.6	22.0	381.8	18.2	261.3
	300	21.4	360.1	23.7	441.1	19.6	302.6
	350	22.7	405.9	25.0	491.6	—	—
	400	23.9	449.6	26.2	539.6	22.1	384.3
	500	26.1	536.5	28.4	634.4	24.3	463.0
	600	29.0	662.0	31.3	770.3	—	—
	750	31.7	790.4	34.0	908.4	—	—
	1 000	35.7	998.8	37.9	1 130.9	—	—
	1 250	40.1	1 260.1	42.6	1 423.3	—	—
	1 500	43.2	1 467.8	45.7	1 643.5	—	—

CONDICIONES de MONTAJE :-

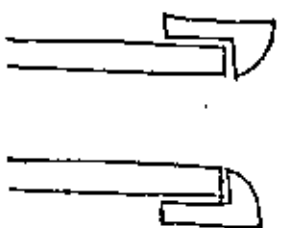
① ESCARIADO



② DOBLADO



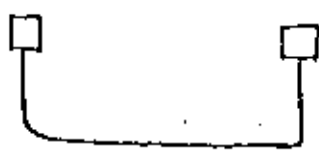
③ MONITORES:



④ CURVAS :-

•) RECOMENDABLE $\rightarrow 2 d = 90^\circ$

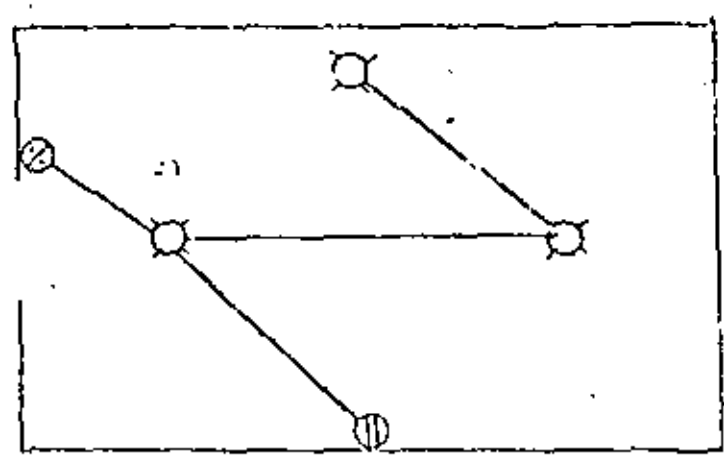
Nº MAXIMO



•) PERMITIDO $\rightarrow 4 d = 90^\circ$ (CON RADIO AMPLIO).

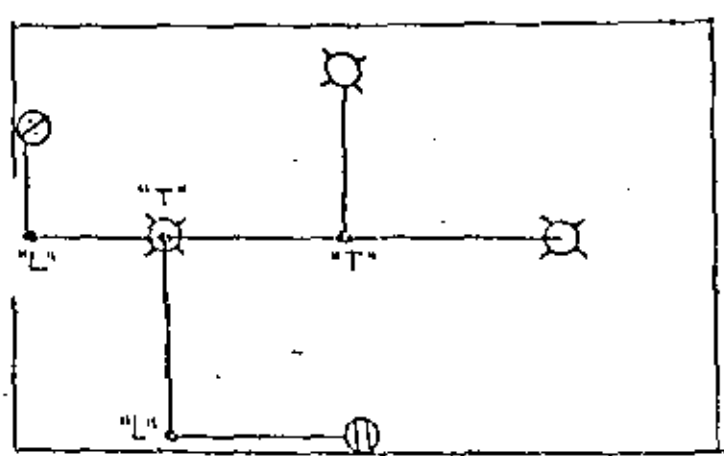
TRAYECTORIAS:

INSTALACION OCULTA:



TRAYECTORIAS LO MAS CORTAS POSIBLE →

INSTALACION APARENTE:



TRAYECTORIAS PAZALELAS A EJES ESTRUCTURALES →

CAJAS de CONEXIONES

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

•) FIN CAJAS :

•) CONEXION a UTILIZACION

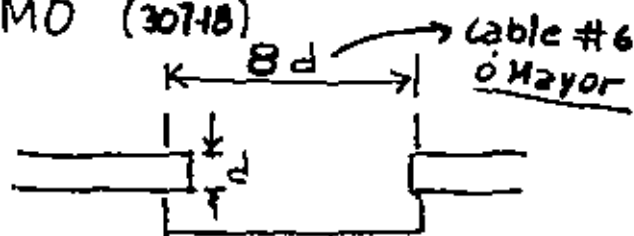
•) CONEXIONES de CABLES

•) FACILIDAD PARA CABLEAR.

•) DIMENSIONES CAJAS :-

PROFUNDIDAD MINIMA (307.15) \rightarrow 35mm (134mm EX.)

ANCHO MINIMO (307.18)



•) NUMERO MAXIMO de CONDUCTORES CONTENIDO :-

VOLUMEN OCUPADO
POR CONDUCTORES
MAS CONEXIONES

\leq

60% del volumen
interior o espacio
Libre

(307.9)

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
3½ x 1½ Octagonal	10.9	5	4	4	3
3½ x 1½ "	11.9	5	5	4	3
4 x 1½ "	17.1	8	7	6	5
4 x 2½ "	23.6	11	10	9	7
4 x 1½ Square	22.6	11	10	9	7
4 x 2½ "	31.9	15	14	12	10
4 11/16 x 1 1/2 Square	32.2	16	14	12	10
4 11/16 x 2 1/8 "	46.4	25	20	18	15
3 x 2 x 1 1/2 Device	7.9	3	3	3	2
3 x 2 x 2 "	10.7	5	4	4	3
3 x 2 x 2 1/4 "	11.3	5	5	4	3
3 x 2 x 2 1/2 "	13	6	5	5	4
3 x 2 x 2 3/4 "	14.6	7	6	5	4
3 x 2 x 3 1/4 "	18.5	9	8	7	6
4 x 2 1/8 x 1 1/2 "	11.1	5	4	4	3
4 x 2 1/8 x 1 7/8 "	13.9	5	6	5	4
4 x 2 1/8 x 2 1/8 "	15.6	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
3½	4	4	3
4	6	6	4
1 1/2 x 4 Square	9	7	6
4 11/16	8	6	6

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

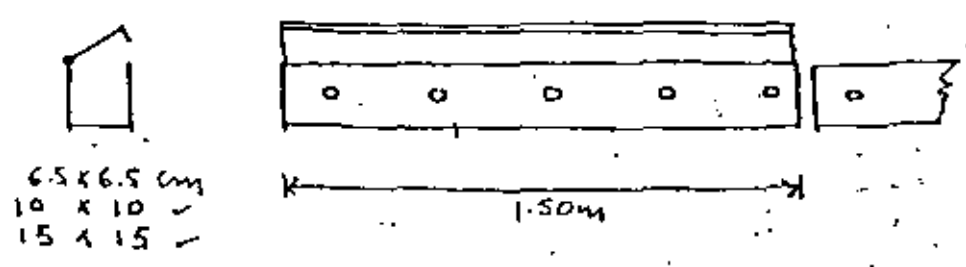
Table 370-6(b). Volume Required Per Conductor

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	5. cubic inches

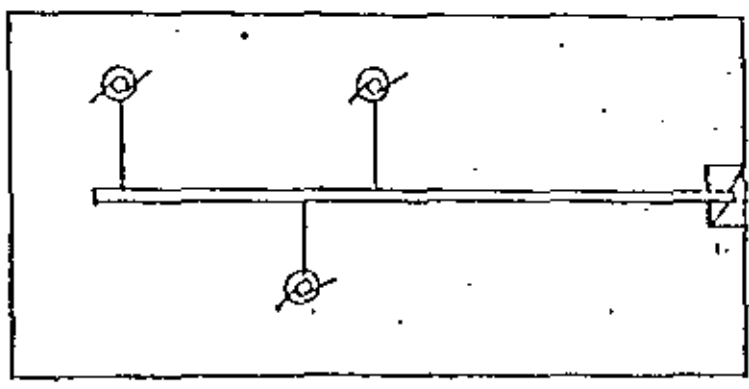
CANALIZACION a BASE de DUCTOS METALICOS

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

I: DUCTO EMBISAGRADO (ART. 20)..

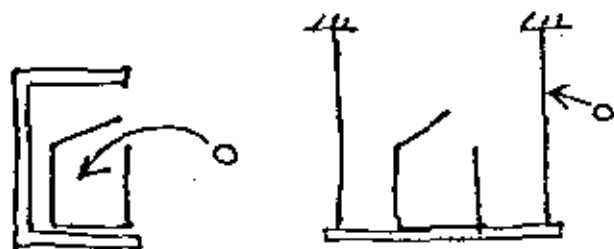


USO: -



LIMITACIONES:-

-) INTERIORES ó EXTERIORES → PBA. LLUVIA
-) 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). (NTIE-308-7)

VENTAJAS:-

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

COSTO POR mm^2 UTILIZABLE :-

TUBO CONDUIT GALV	13mm.	AREA UTIL (mm^2)	COSTO (%)
✓	✓	78	100
✓	✓	136	83
✓	✓	222	77
✓	✓	390	66
✓	✓	530	61
✓	✓	870	47
✓	✓	1240	66
✓	✓	1590	64
✓	✓	3300	48
DUCTO 6.5x6.5cm		1690	54
DUCTO 10x10cm.		4000	27
DUCTO 15x15cm		9000	24

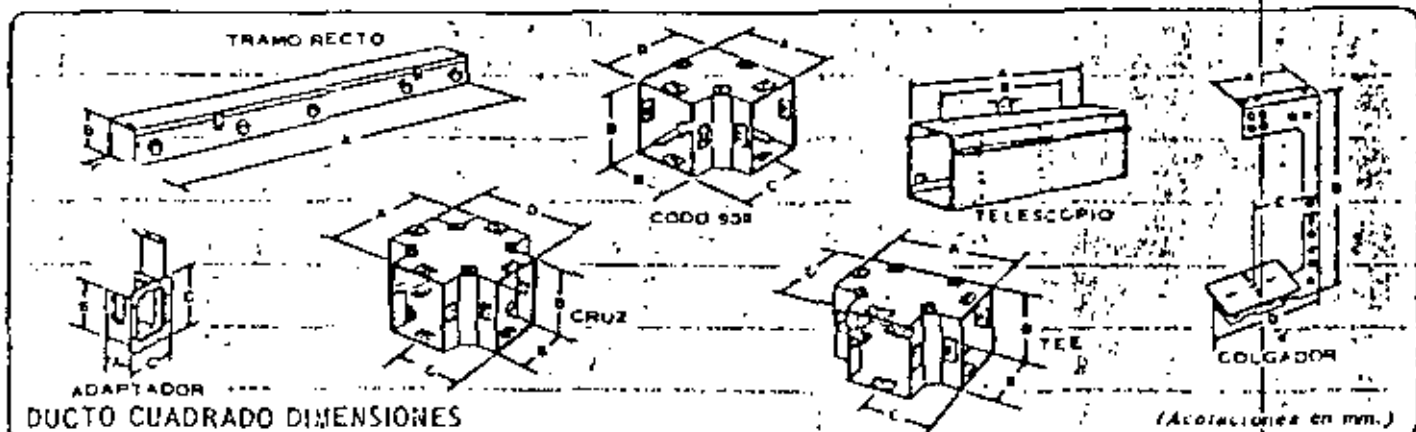
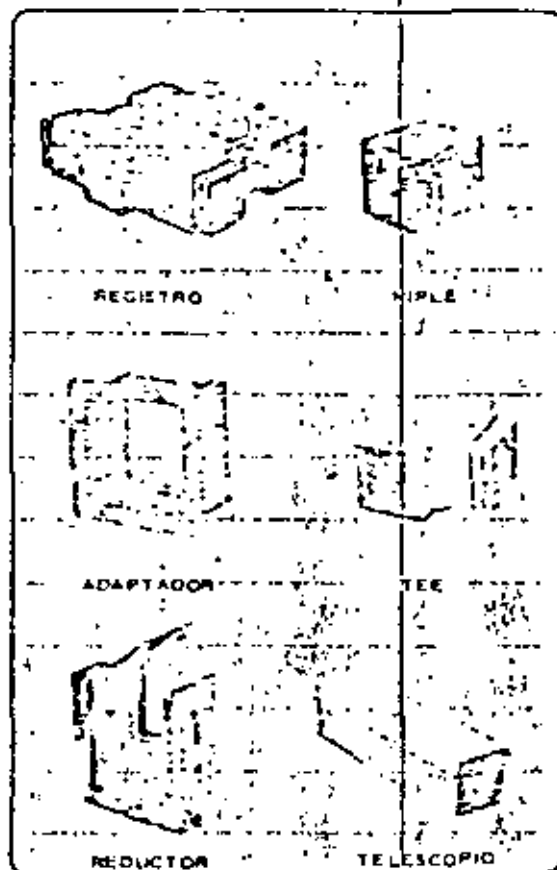
DUCTO CUADRADO ENRISAGRADO

Número máximo de conductores de un mismo calibre que pueden ser alojados en los ductos.

No requiere degradación de la capacidad del conductor hasta más. 30 conductores.

Calibre del Conductor	Área del cable con lazo en cm ² Tipo TR.-THW.	No. máxima de Conductores en Ducto		
		65 x 65 cm.	10 x 10 cm.	15 x 15 cm.
14	0.102	92	237	533
12	0.132	72	186	428
10	0.166	55	142	323
8	0.222	30	78	176
6	0.515	15	39	87
4	0.650	11	29	64
3	0.725	9	25	57
2	0.950	8	21	48
1	1.267	6	15	35
0	1.474	5	13	30
00	1.767	4	11	25
000	2.011	3	9	21
0000	2.405	3	8	18
250000	3.014	2	6	14
300000	3.496	2	5	12
400000	4.374	1	4	10
500000	5.183	1	3	8

1. EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS, limita a 30 conductores el número de los que se pueden instalar en un ducto, a no ser que los alumbrados en exceso de 30, sean para circuitos de señales o de control para motor y se usen solamente en el período de arranque.



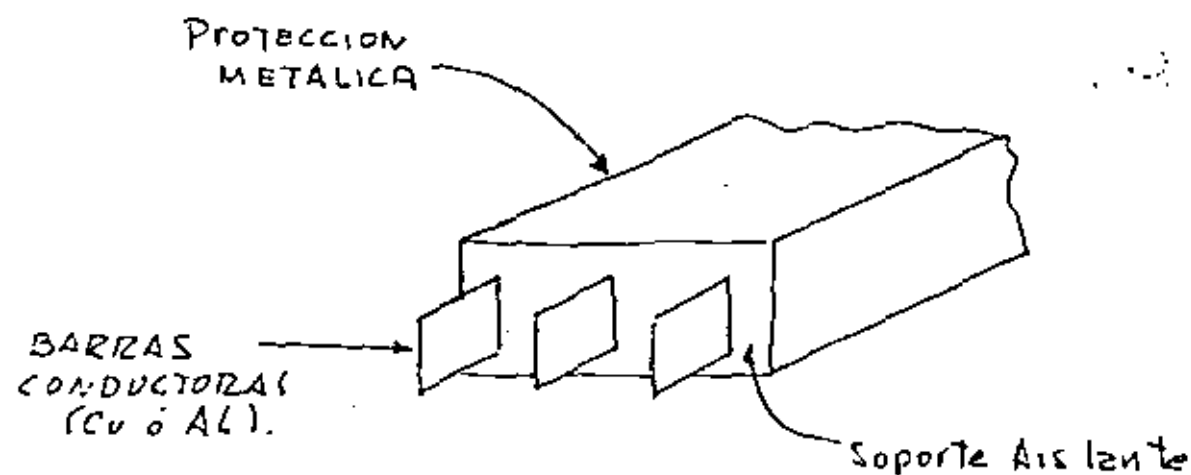
DUCTO CUADRADO DIMENSIONES

(Anotaciones en mm.)

DUCTO 65 x 65 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
LD21	304	66	66	---	LD41	304	105	105	---	LD61	304	155	155	---
LD22	609	66	66	---	LD42	609	105	105	---	LD62	609	155	155	---
LD25	1524	66	66	---	LD45	1524	105	105	---	LD65	1524	155	155	---
LD290L	117	66	84	117	LD490L	157	105	103	157	LD690L	222	157	144	222
LD245L	73	66	---	73	LD445L	84	105	---	89	LD645L	127	16	---	127
LD225L	59	66	---	59	LD425L	67	105	---	67	LD625L	92	157	---	92
LD27	168	66	84	117	LD47	206	105	103	156	LD67	289	156	144	222
LD2J	168	64	84	168	LD4J	206	105	103	206	LD6J	289	156	144	289
LD2TF	381	292	13	---	LD4PB	367	105	---	367	LD6PB	500	156	---	500
LD2H	110	254	81	111	LD4TF	381	252	13	---	LD6TF	581	292	13	---
LD27A	82	67	92	---	LD4H	110	295	100	152	LD6H	138	431	129	206
					LD4AA	82	105	130	---	LD66A	113	156	154	---

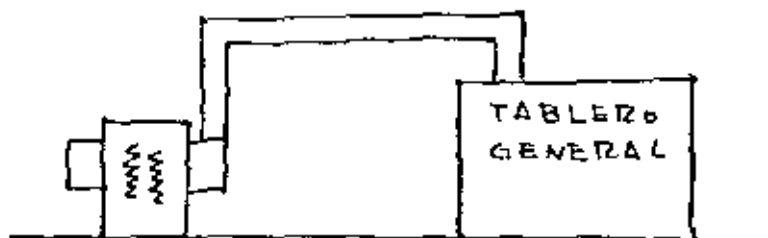


DUCTO ALIMENTADOR



USO :- ALIMENTAR GRANDES CARGAS

EJ :-



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

DUCTO ALIMENTADOR - USG

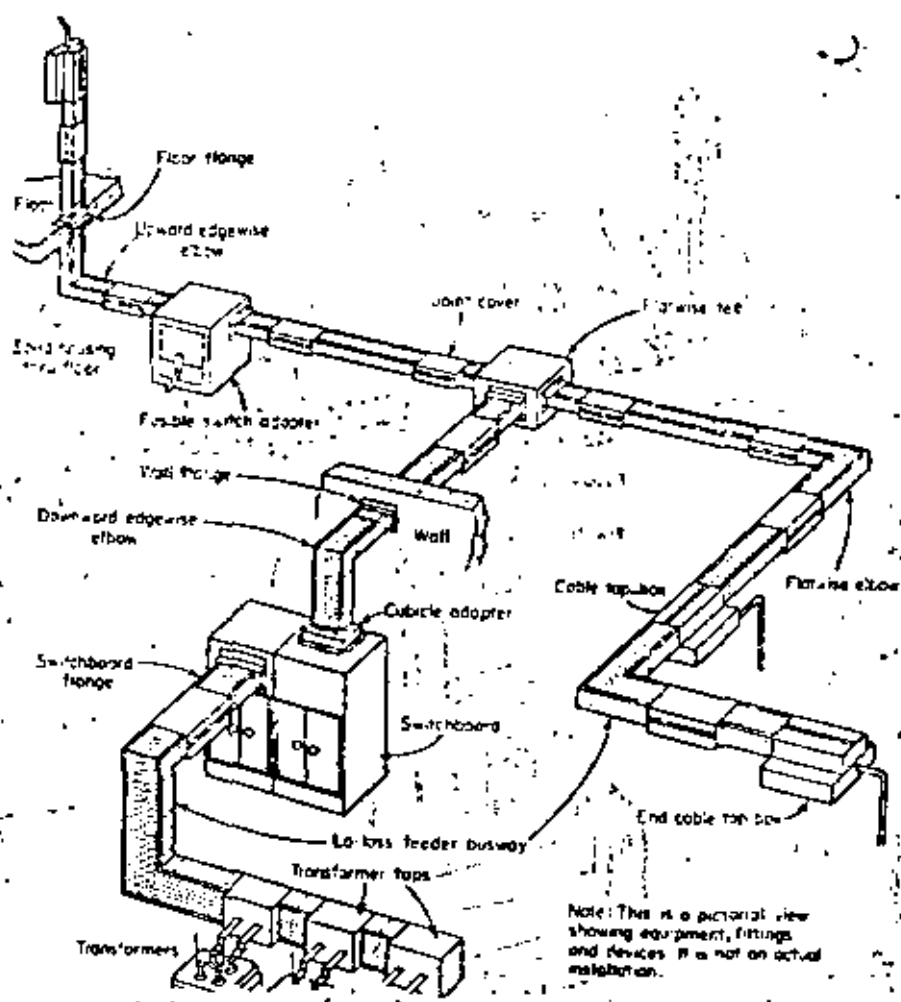


FIG. 162 Typical low-voltage drop feeder busway system. (National Electric Distributors, Inc.)

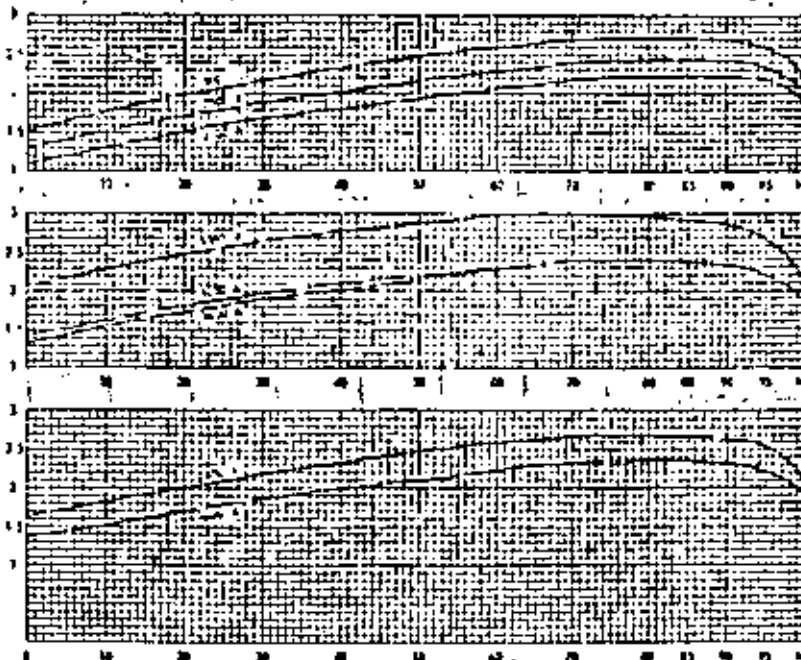
ELECTRODUCTO ALIMENTADOR FEED-IN

CURVAS DE CAIDA DE VOLTAJE

ELECTRODUCTO DE COMUE FEED-IN - 3 POLOS - 600A.

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

Rango en amperes	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
600	.00204	.00156	1.62	1.82	2.01	2.18	2.34	2.46	2.57	2.64	2.67	2.68	2.61	2.52	2.42
800	.00140	.00096	1.33	1.52	1.69	1.85	1.99	2.12	2.23	2.31	2.35	2.35	2.32	2.26	2.04
1000	.00108	.00084	1.46	1.64	1.80	1.95	2.08	2.19	2.28	2.35	2.36	2.36	2.32	2.23	1.87
1350	.00097	.00089	2.06	2.29	2.47	2.63	2.77	2.88	2.97	3.01	2.99	2.94	2.86	2.72	2.17
1500	.00063	.00050	1.39	1.57	1.74	1.89	2.03	2.16	2.25	2.33	2.36	2.35	2.32	2.25	1.91
2000	.00065	.00033	1.14	1.33	1.50	1.67	1.81	1.95	2.06	2.15	2.21	2.22	2.21	2.17	1.91
2500	.00048	.00030	1.30	1.50	1.69	1.86	2.02	2.17	2.29	2.38	2.44	2.45	2.44	2.38	2.08
3000	.00043	.00030	1.56	1.77	1.98	2.16	2.32	2.47	2.59	2.68	2.72	2.72	2.70	2.62	2.24

Ejemplo de cálculo para electroducto de 1000 Amperes con 50 % de F.P.

$$\begin{aligned} \text{Caída de voltaje} &= \sqrt{3} \times I \times (R \cos \theta + X \sin \theta) \\ &= \sqrt{3} \times 1000 \times (.00108 \times .50 + .00084 \times .866) \\ &= 2.19 \text{ Volts / 100 pies} \end{aligned}$$

- Notas: 1.- Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 4 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 caídas de voltaje al final de la trayectoria con carga uniformemente distribuida, usar la mitad de los valores.

ELECTRODUCTO ALIMENTADOR FEED-IN

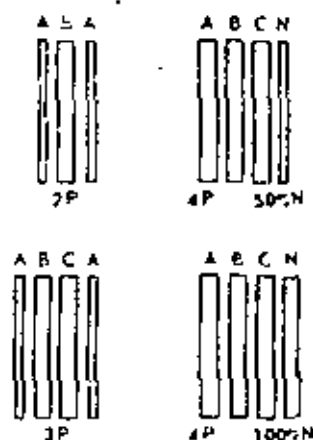
CONTENIDO DE SOLERAS DE COBRE, PESO Y DIMENSIONES

RANGO EN AMPERES	CONTENIDO SOLERAS DE COBRE (mm.)			PESO POR METRO EN KG.				DIMENSIONES EN mm.				
	FASE "A" 2 y 3 FOLCOS	BB-2P, BB y C-3P DA, B, C, 100% N 4P.	50% NEUTRO	2P.	3P.	50% N 4P.	100% N 4P.	H	W			
									2P.	3P.	50% N 4P.	100% N 4P.
600A	25-3X51	15-6X51	15-3X51	24	30	31.5	33	219	54	67	70	73
500A	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
1350A	25-4X101	15-8X101	15-4X101	35.5	43	47	51	219	57	72	76	80
1600A	25-3X152	15-6X152	15-3X152	44	57	61	66	221	54	67	70	73
2000A	45-3X101	25-6X101	25-3X101	50	66	71.5	77	321	54	67	70	73
2500A	45-3X114	25-6X114	25-3X114	59	78	84	90	420	54	67	70	73
3000A	45-3X152	25-6X152	25-3X152	68	91	100	109	427	54	67	70	73
4000A	85-3X101	45-6X101	45-3X101	100	131	143	154	—	—	—	—	—
5000A	85-3X114	45-6X114	45-3X114	118	155	168	180	—	—	—	—	—
6000A	85-3X152	45-6X152	45-3X152	136	182	200	216	—	—	—	—	—

* Hileras dobles: en 2000A, son 2 de 2000A, en 5000A, son 2 de 2500A, en 6000A, son 2 de 3000A.

† Barras espaciadas 76 mm. (cualto con canto).

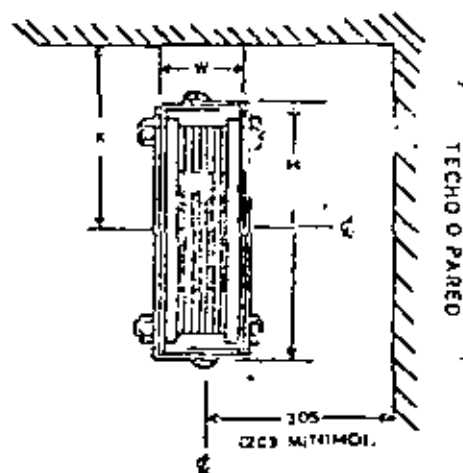
ACCESO DE SOLERAS



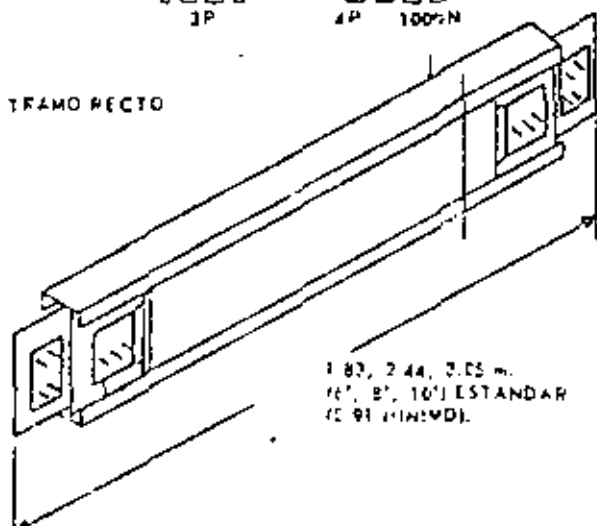
Espacio recomendado al techo o pared.

RANGO AMPERES	X (mm.)
600-1000	203
1350	203
1600-2000	254
2500-3000	305

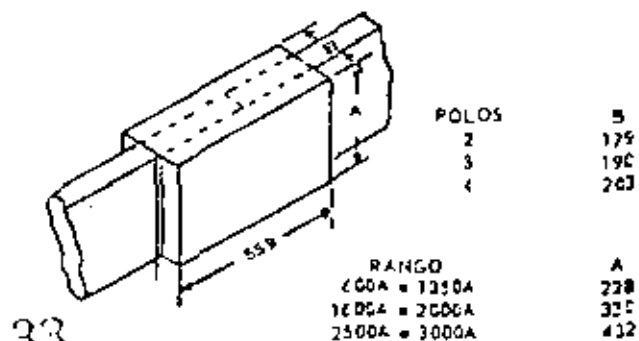
TECHO O PARED



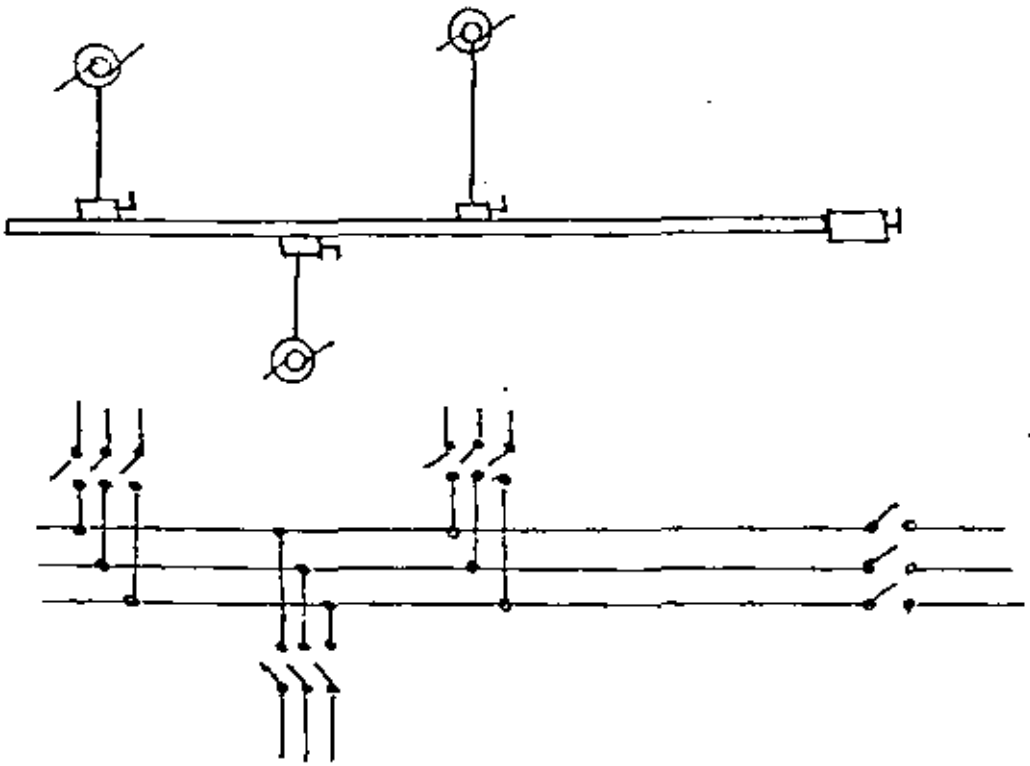
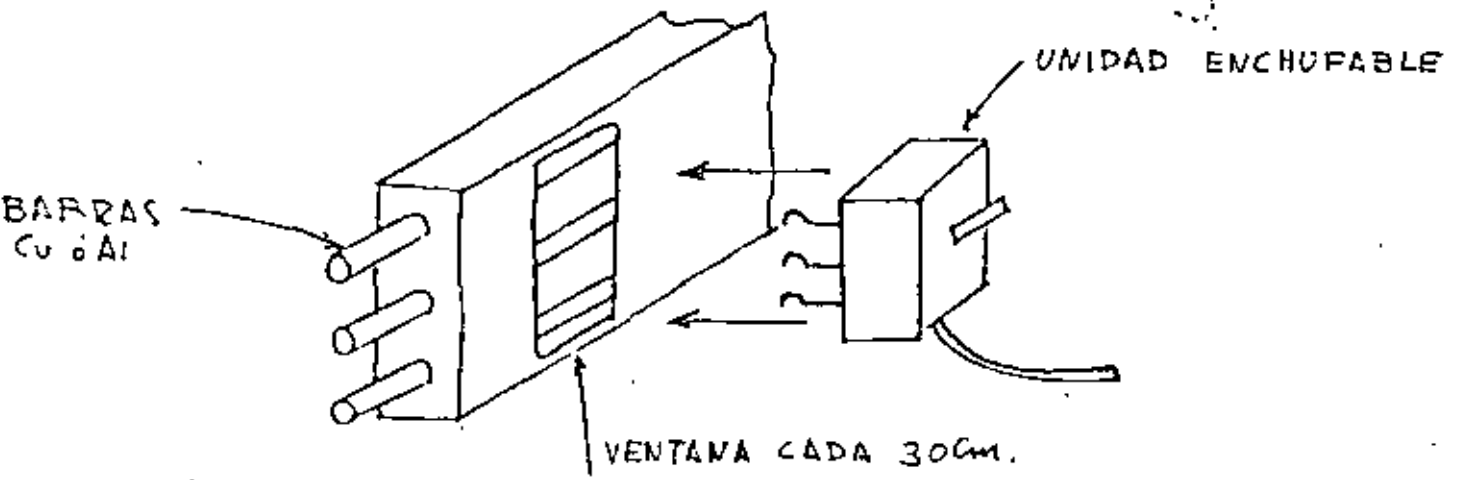
TRAMO RECTO



ENSAMBLE DE UNION



DUCTO DISTRIBUIDOR



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

VENTAJA PRINCIPAL:

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

DUCTO DISTRIBUTOR

USO

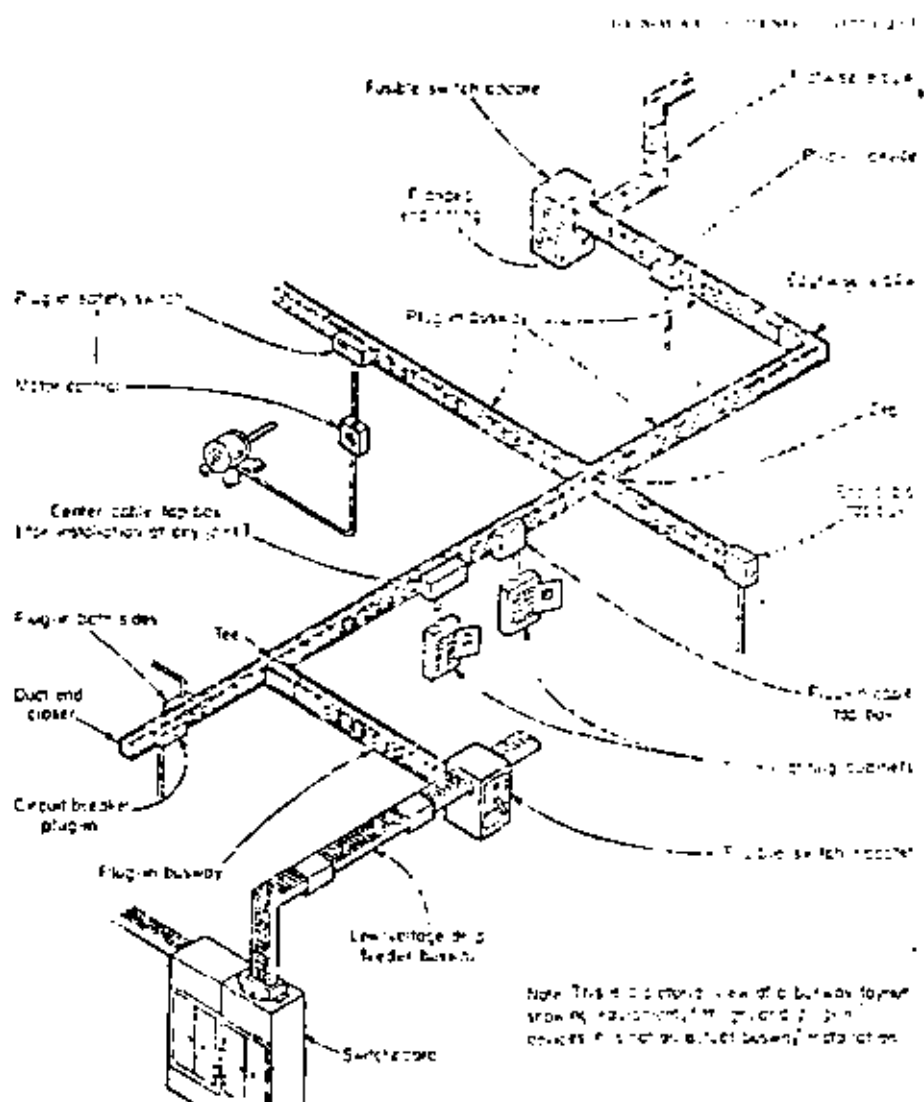


FIG. 164 - Equal plug-in busway (power-type) system (National Electric Co., Inc.)

DUCTO DISTRIBUIDOR

USO

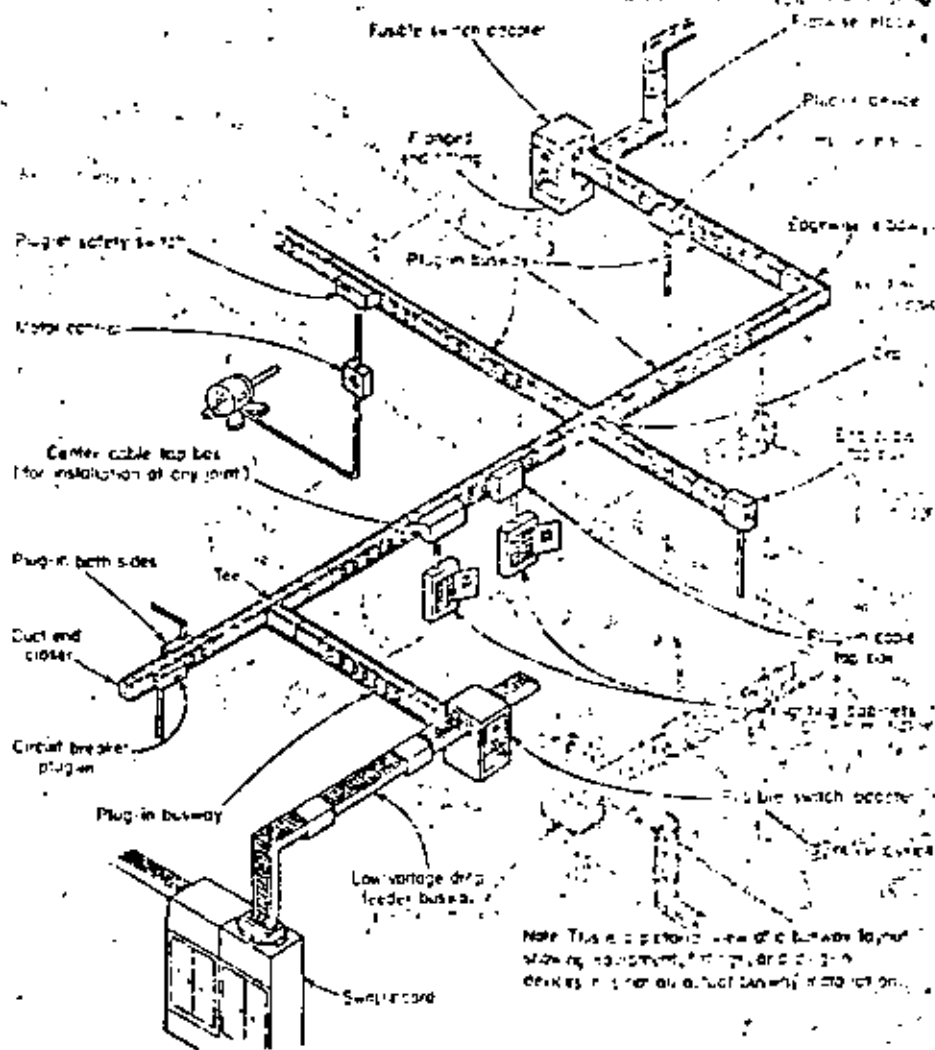


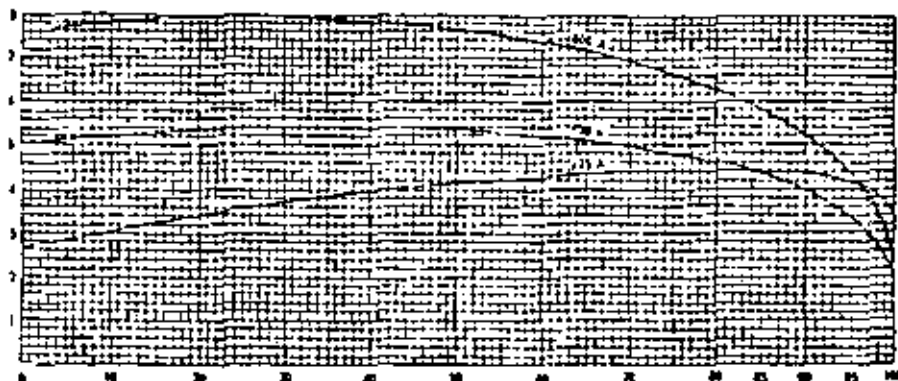
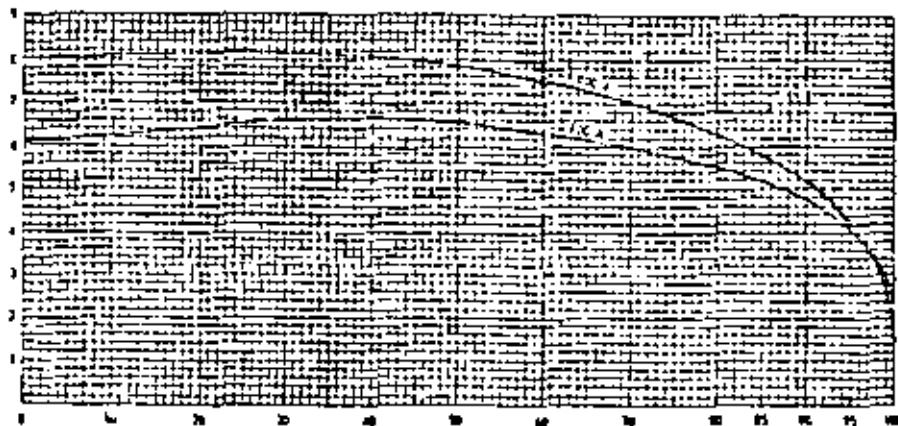
FIG. 164 Typical plug-in busway (space-type) system. (National Electric Div., H. K. Foster Co., Inc.)

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

Rango en amperas	Resistencia en OHMS por 100 pies línea a neutro	Reactancia 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	
225	00300	00696	2.72	3.05	3.36	3.64	3.89	4.12	4.28	4.39	4.44	4.42	4.34	4.18	3.91	
400	00294	00720	4.98	5.16	5.30	5.37	5.38	5.34	5.21	4.98	4.62	4.36	4.01	3.48	2.84	
600	00205	00735	7.63	7.80	7.90	7.91	7.84	7.68	7.38	6.95	6.28	5.87	5.24	4.40	2.12	
800	00170	00429	6.08	6.15	6.43	6.50	6.53	6.45	6.30	5.98	5.53	5.22	4.77	4.12	2.36	
1000	00109	00410	7.85	8.07	8.14	8.13	8.03	7.81	7.44	6.95	6.25	5.77	5.14	4.25	1.89	

Ej. Cálculo para elect. ducto de 1,000 Amps., con 50% de F. P.

$$\begin{aligned} \text{Caída de voltaje} &= \sqrt{3} I (R \cos \phi + X \text{ sen } \phi) \\ &= \sqrt{3} \times 1000 \times (0.0109 \times 50 + 0.0458 \times 8.66) \\ &= \sqrt{3} \times 1000 \times (0.04511) = 7.81 \text{ Volts./100 pies.} \end{aligned}$$

- NOTAS: 1.- Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 4 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 caídas de voltaje al final de la trayectoria con carga uniformemente distribuida, usar la mitad de los valores.

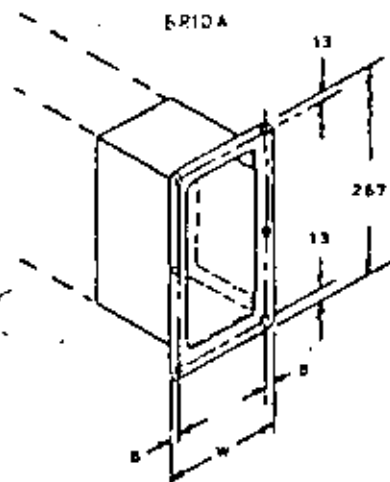
D

ELECTRODUCTO DE ENCHUFAR PLUG-IN

CONTENIDO DE ALUMINIO O COBRE Y PESOS APROXIMADOS

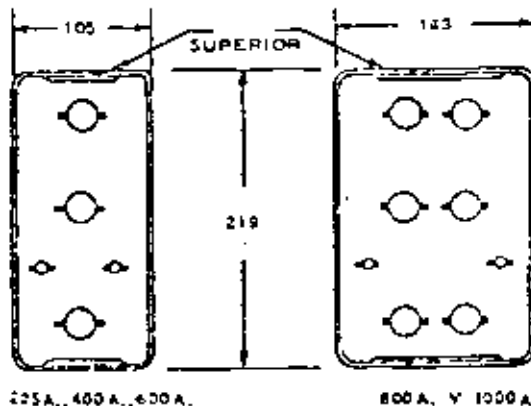
RANGO EN AMPERES	TUBO O BARRA DE ALUMINIO		TUBO O BARRA DE COBRE		PESO POR METRO EN KG					
	FASES	NEUTRO	FASES	NEUTRO	CON ALUMINIO			CON COBRE		
					2P.	3P.	3 Ø	2P.	3P.	3 Ø
225 A.	1-T 22 Dia. Ext. 1.5 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 1.5 Pared	1-T 22 Dia. Ext. 1.2 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 0.8 Pared	12.0	12.3	12.6	12.5	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	15.0	17.8	19.8
600 A.	—	—	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	18.2	21.4	25.2
800 A.	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	2-T 22 Dia. Ext. 4.3 Pared	2-B 16 Dia.	16.7	18.4	19.4	21.0	25.4	27.4
1000 A.	—	—	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	26.0	33.0	35.0

• DIMENSIONES EN mm. DATOS POR FASE.

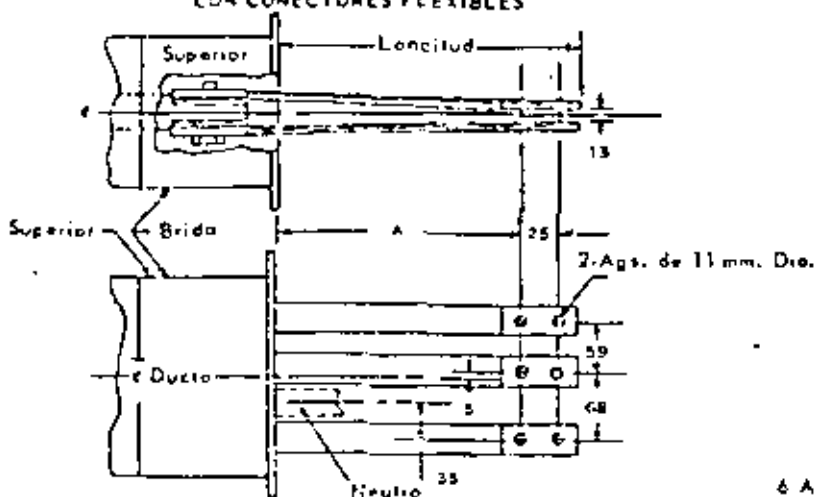


RANGO	W (mm.)
225A, 400A, 600A.	143
800A, 1000A.	181

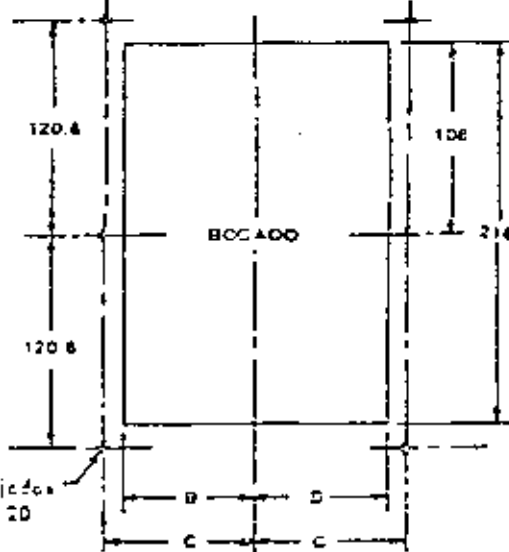
DIMENSIONES SECCION TRANSVERSAL



EXTENSION DE BUS CON CONECTORES FLEXIBLES



BOCADO PARA MONTAJE DE BRIDA



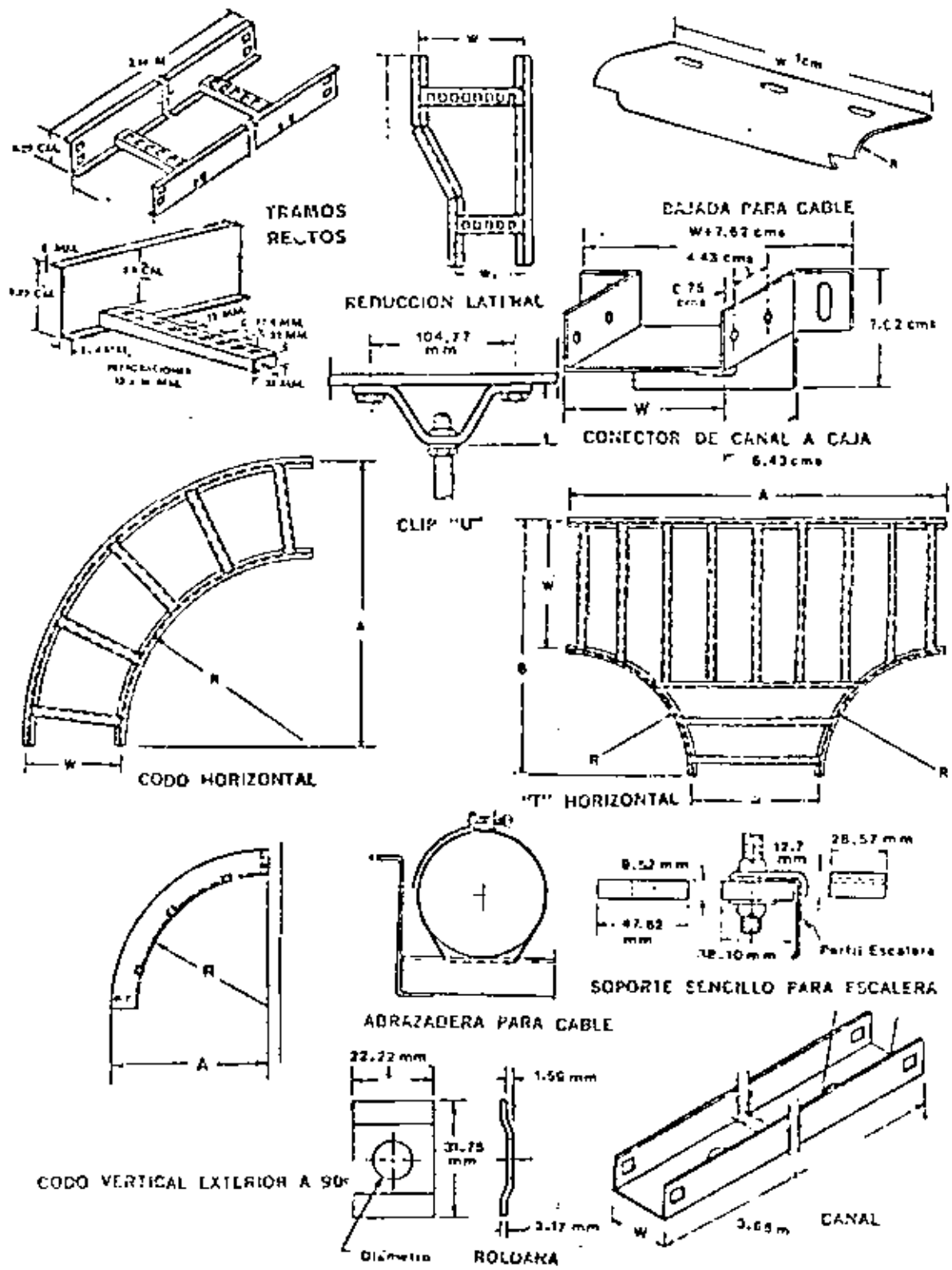
LONGITUD		A
mm.	PIES	
63	1	267
110	2	571
114	3	876

A cot. en mm.

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

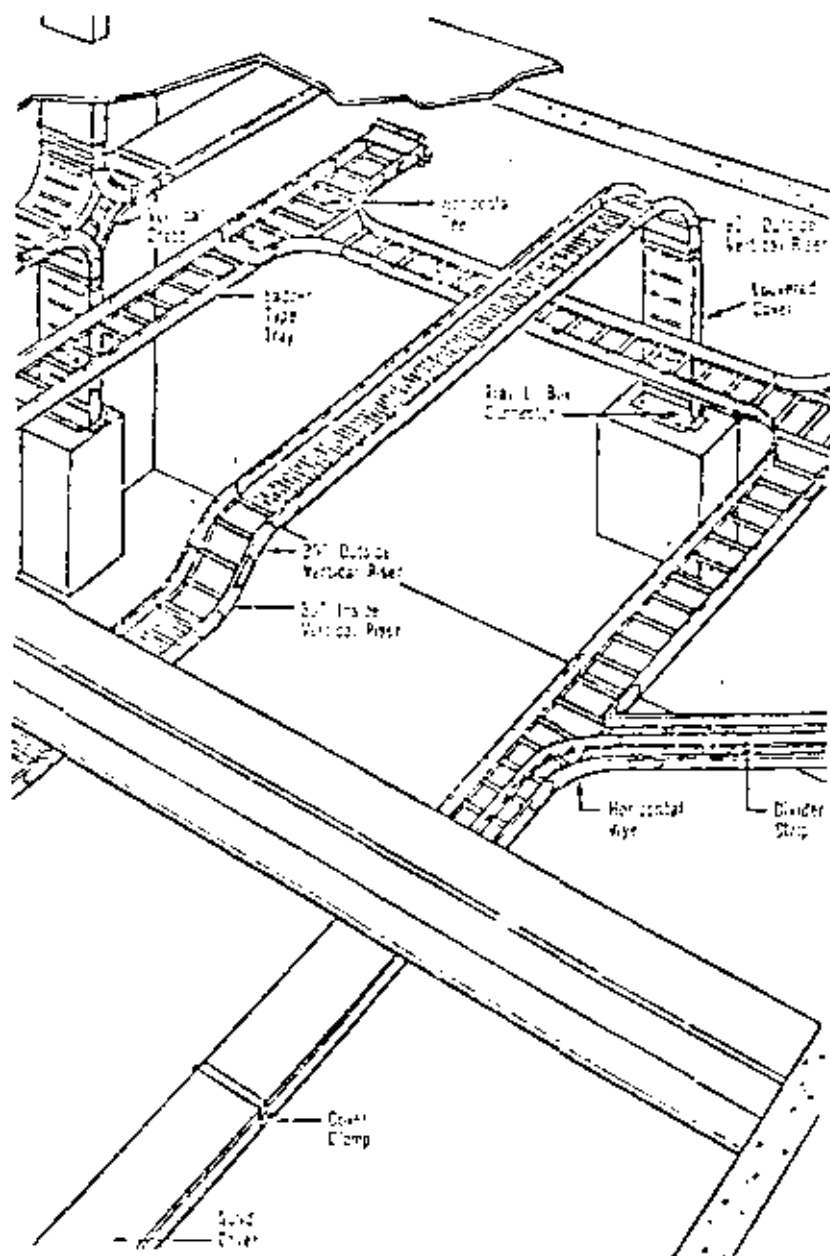
800A. Y 1000A.
B=73, C=82.5

SISTEMA de CHAROLAS: ESCALERAS



SISTEMA DE CHAROLAS. USO:

9-152 INTERIOR WIRING



USO

NECESIDAD DE

GRAN CANTIDAD
GRAN SECCION
GRAN FLEXIBILIDAD

DE CONDUCTORES

DEBEN TENER
AISLAMIENTO Y
CUBIERTA APROBA-
-DOS PARA ESTE
TIPO DE INSTALACION

SOLO EN LOCALES CONSTRUIDOS
CON MATERIALES INCOMBUSTIBLES
o RESISTENTES AL FUEGO.

USO ADICIONAL: SOPORTE DE
TUBERIAS U
OTRAS CANALI-
-ZACIONES.

EXCLUSIONES:-

- CUBOS DE ELEVADOR.
- LUGARES "PELIGROSOS" (SALVO CABLES ESPECIALES)
- EXPUESTOS a DAÑO MECANICO.

DIMENSIONES NORMALES.

AREA UTIL:-

CHAROLASTUBO CONDUIT

<u>Ancho</u>	<u>Area Util</u>	<u>Diámetro</u>	<u>Area Total</u>	<u>Area Util</u>
15.2 cm.	86.64 cm ²	5.08 cm.	20.25 cm ²	8.06 cm ²
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:

NO. DE TUBOS.CHAROLA.Ø TUBO CONDUIT.

<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.²</u>	<u>2"</u>	<u>2½"</u>	<u>3"</u>	<u>4"</u>
15.2	6	86.64	10.8	6.8	4.8	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

-) NUMERO DE CONDUCTORES
-) CAPACIDAD DE CONDUCTORES
-) DIMENSIONES

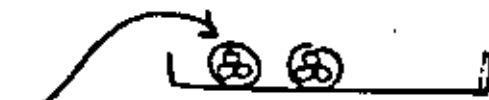
· ANCHO

· ESPACIAMIENTO TRAVESANOS.

· NUMERO CONDUCTORES

MULTICONDUCTOR:

MAX. UNA CAPA



DE UN SOLO CONDUCTOR:

MAX. DOS CAPAS



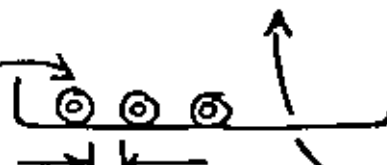
· CAPACIDAD CONDUCTORES:

MULTICONDUCTOR: CAPACIDAD → TABLA 302.4 "EN TUBERIA"

DE UN SOLO CONDUCTOR:

SI ⇒

UNA SOLA CAPA



DESCUBIERTA

IGUAL 2 ϕ MAYOR CONDUCTOR

USAR CAPACIDAD TABLA 302.4 "EN AIRE"

SI ⇒

UNA o 2 CAPAS

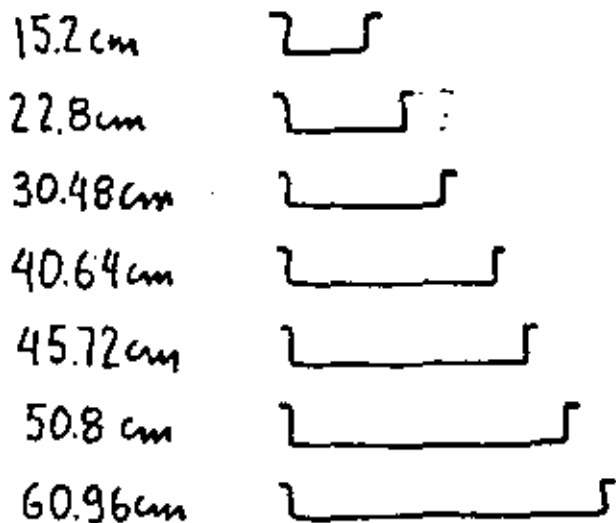


DESCUBIERTA

CAP. "EN AIRE" X 0.75

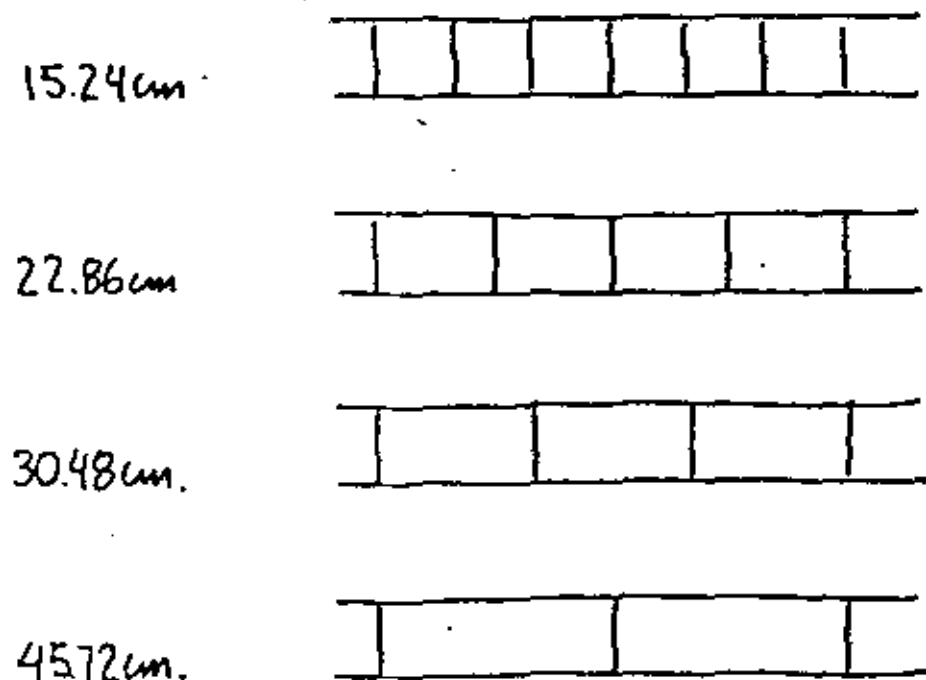
CONDICIONES de DISEÑO

→ ANCHO CHAROLA → N° de CABLES → ESPACIAMIENTO



→ ESPACIAMIENTO TRAVESAÑOS

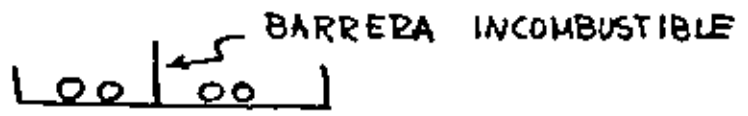
└→ CALIBRE CONDUCTOR



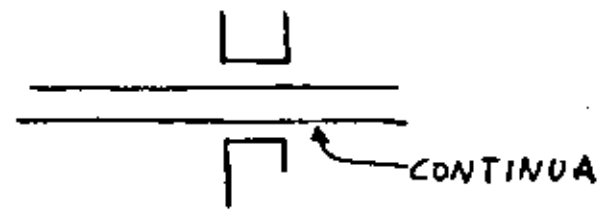
CONDICIONES DE INSTALACION

(311.6)

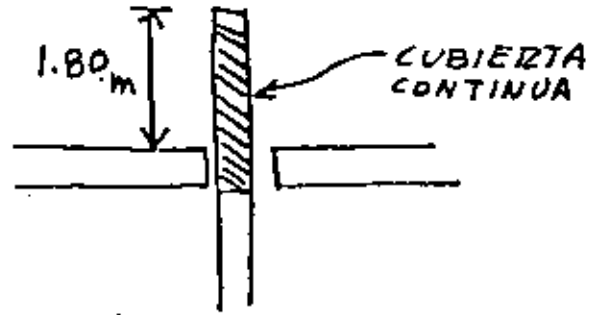
-) SISTEMA COMPLETO ANTES INSTALAR CONDUCTORES
-) PUEDE HABER CONEXIONES
-) RIESGO DAÑO → TAPAS
-) AL DERIVAR CABLES: NO ESFUERZO MECANICO
-) CIRCUITO DE DIF. TENSIONES:



-) PUEDE ATRAVESAR MUROS :-



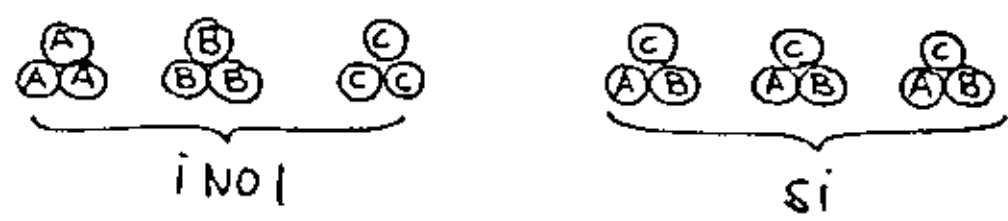
-) PUEDE ATRAVESAR PISOS :-



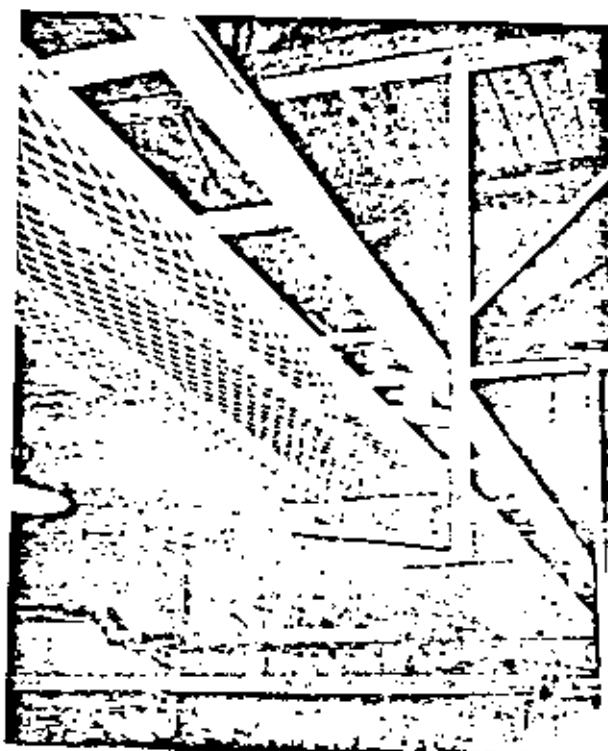
-) ESPACIO:

-) CIRCUITOS EN PARALELO :-

(311.8)

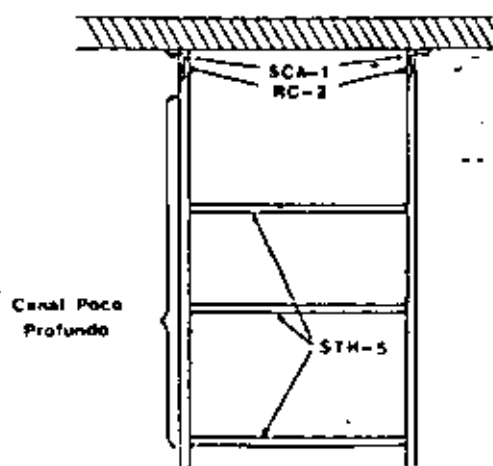


MONTAJE



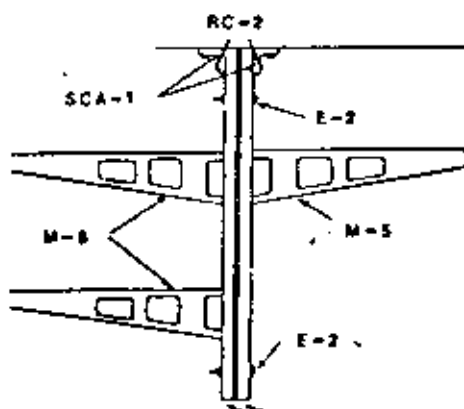
a) Sujeto a la estructura.

SOPORTE TIPO TRAPEZIO

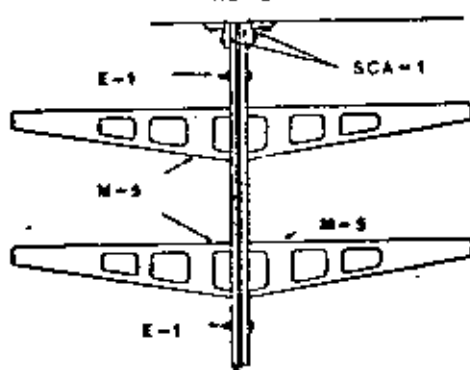


b) Empotrado en la loza.

MONTAJE CARGA DESBALANCEADA



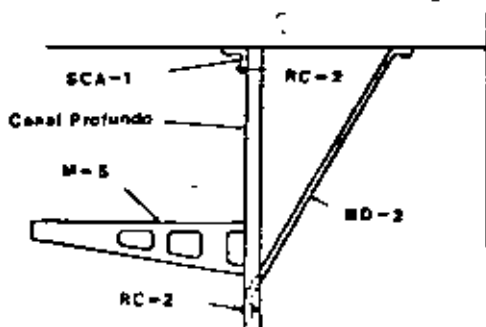
MONTAJE A CARGAS SIMETRICAS
RC-2



Canal Poco Profundo Espalda a Espalda

Cat. CP-3 CP-6

MONTAJE CON BRAZO UNILATERAL



c) Anclado utilizando canal y ménsulas.

COSTOS

MATERIAL

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

CHAROLAS

PRECIO POR NO. DE TUBOS.

Ancho	Acho	Precio [	5.08*	6.35*	7.62*	10.16*
cm	Plg.	Tramo	(2")	(2½")	(3")	(4")
15.2	6	100 70 270.00	143 385.00	153 521.00	168 455.00	141 382.00
30.5	12	100 70 290.00	265 770.00	358 1042.00	314 910.00	263 764.00
45.7	18	100 70 315.00	367 1155.00	486 1563.00	433 1365.00	369 1164.00
60.9	24	100 70 343.00	449 1540.00	607 2084.00	531 1820.00	445 1528.00

INSTALACION

Charolas Tubo conduit pared gruesa - Fe. y Al.

Horas hombre por 30.4 mts.

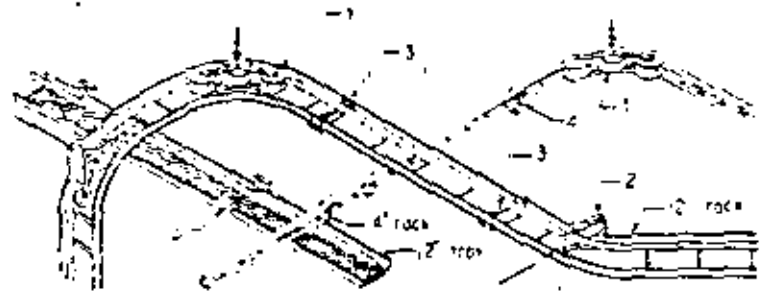
Horas	5.08 cm. ø	7.62 cm. ø	10.16 cm. ø
Ancho Hombre	(2" ø)	(3" ø)	(4" ø)
x 30 mts.	Fe. Al.	Fe. Al.	Fe. Al.
6"	12.0 53.0 34.0	40.3 26.0	42.0 22.0
15.2 cm.			
12"	13.25 106.0 67.0	78.0 49.0	73.0 43.0
30.4 cm.			
24"	16.75 212.0 135.0	156.0 98.0	146.0 83.0
60.9 cm.			

* Unidades de trabajo para las Asociaciones de Contratistas Eléctricos en E. E. U. U.

CABLEADO

A LATERAL
- JALADO

CONTINUOUS RIGID CABLE SUPPORTS 9-153



- 1 Triple pulley
- 2 Edge pulley
- 3 Wide roller
- 4 Narrow roller

Installation disc available



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS
(EN COLABORACION CON EL INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD VERACRUZANA)**

**SISTEMAS DE PROTECCION VS.
DESCARGAS ATMOSFERICAS**

**ING. IGNACIO GONZALEZ
15-16 OCTUBRE, 1982**

SISTEMAS de PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

RAYO : DESCARGA ATMOSFERICA :-

DESCARGA de ELECTRICIDAD ESTATICA
QUE SE HA CONCENTRADO EN UNA
NUBE.

MANIFESTACIONES :-

LUMINOSA : RELAMPAGO

SONORA : TRUENO

EFFECTOS :-

DANOS a PERSONAS y COSAS

EFFECTOS TERMICOS

$$W = I^2 R$$

EFFECTOS DINAMICOS

(CAMPO MAGNETICO)

FORMACION DE LA CONCENTRACION
DE CARGA EN LA ATMOSFERA



ACUMULACION DE PARTICULAS DE
AGUA QUE SE HAN CARGADO
ELECTROSTATICAMENTE

TURBULENCIA
ATMOSFERICA

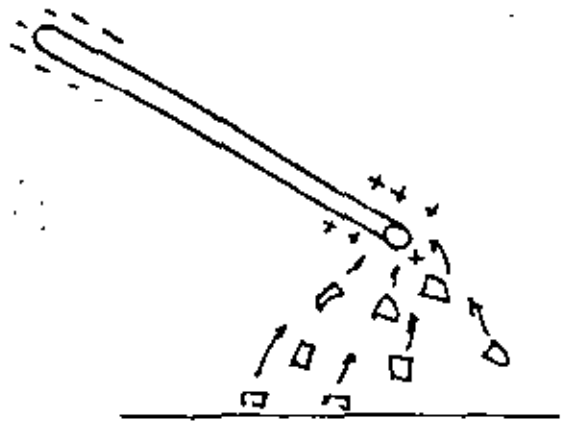
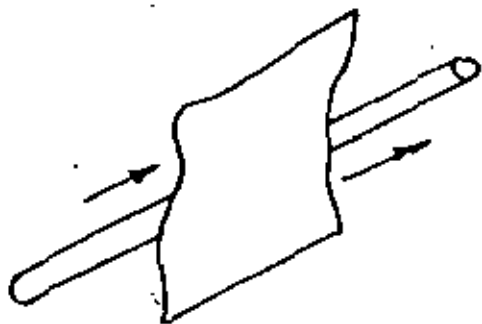
MOVIMIENTO

FRICCION
MUTUA

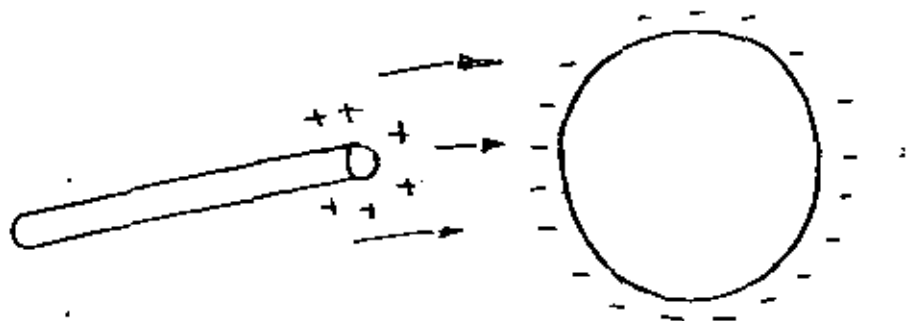
PARTICULAS DE
AGUA CARGADAS

MECANISMOS DE FORMACION DE CARGA ELECTROSTATICA:-

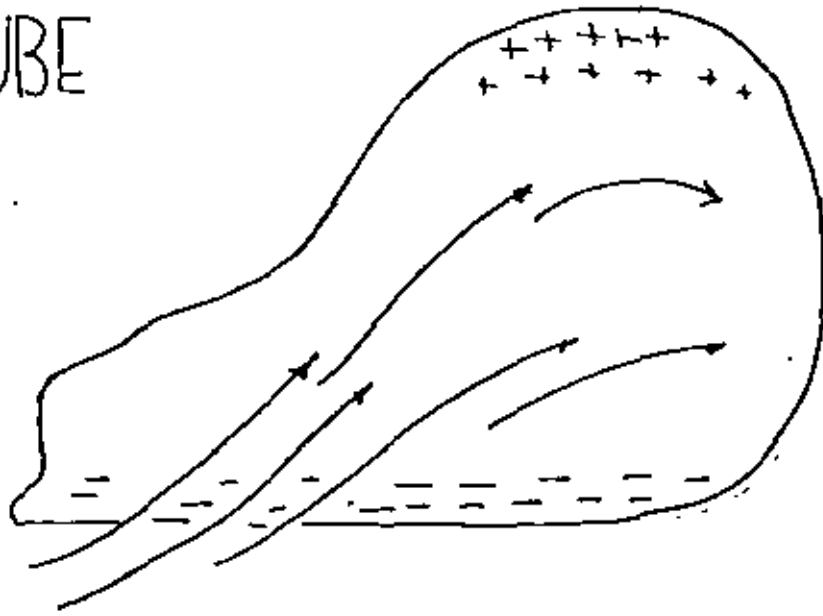
FRICCION :-



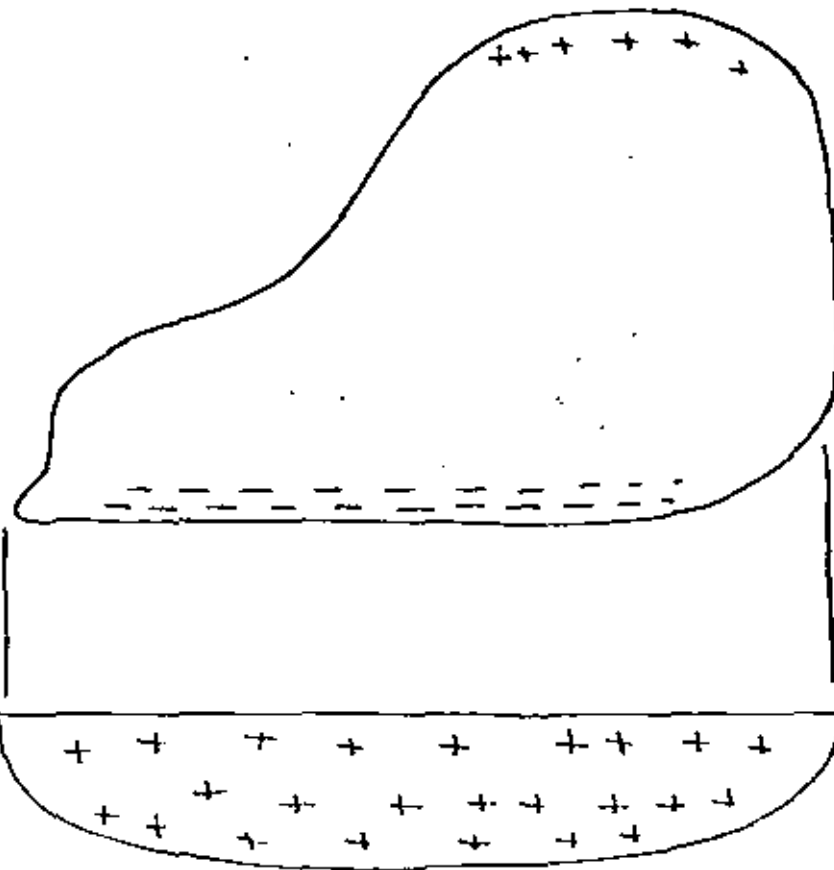
INDUCCION



CARGAS EN UNA NUBE

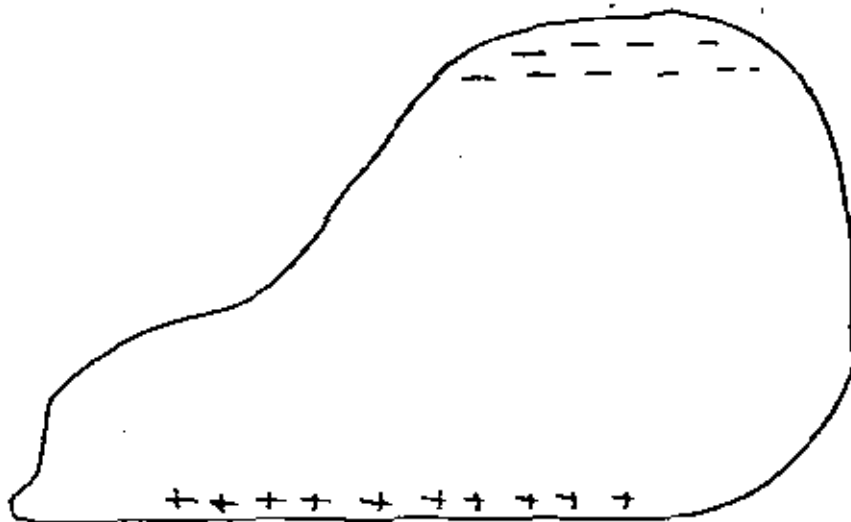
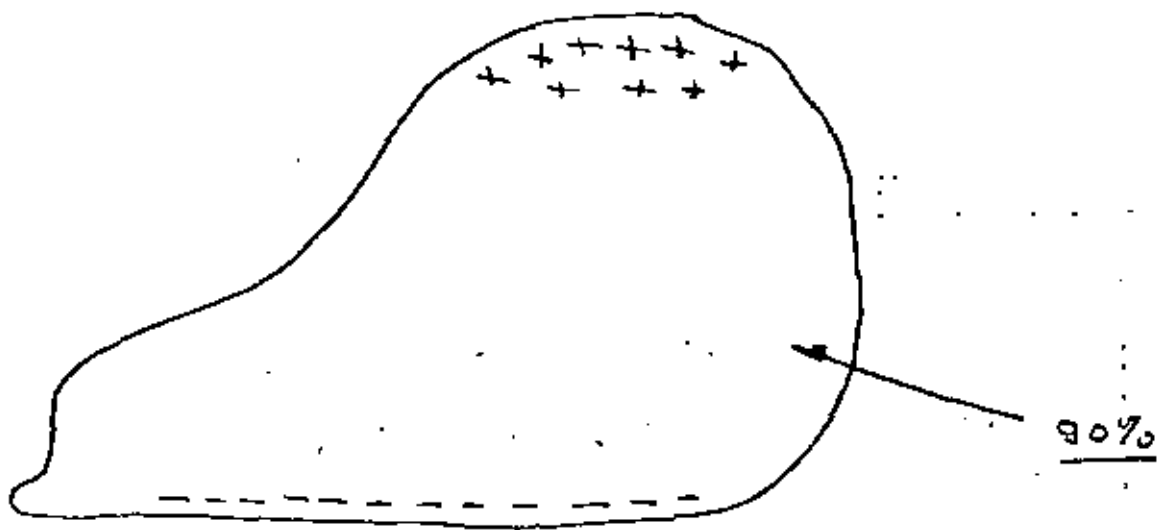
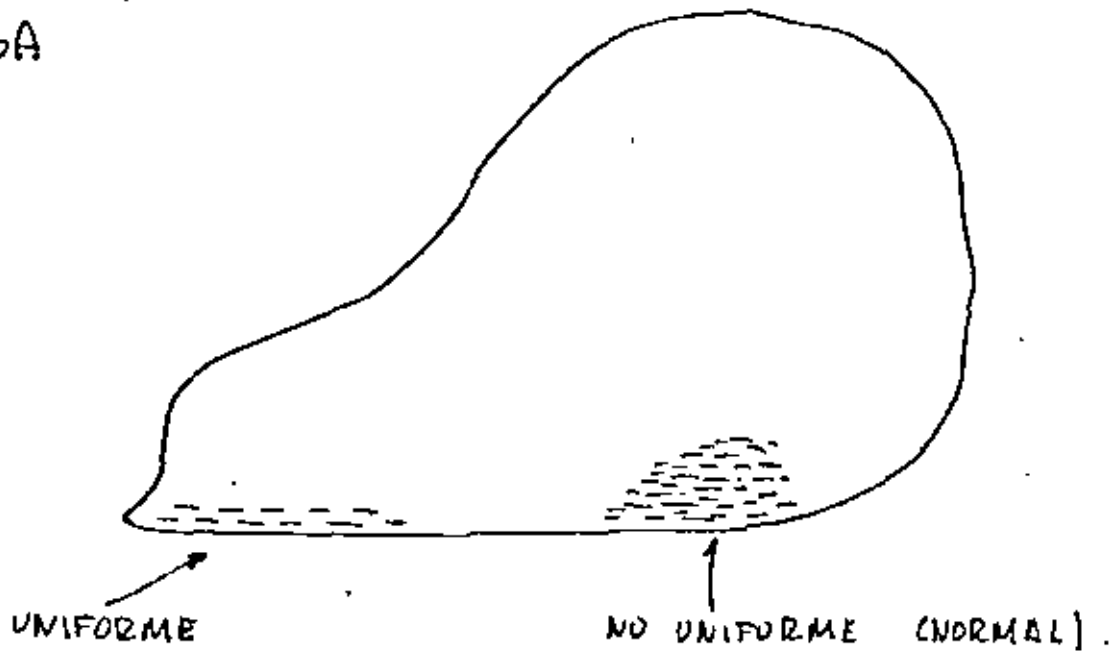


1) EN LA NUBE



2) INDUCIDA EN TIERRA

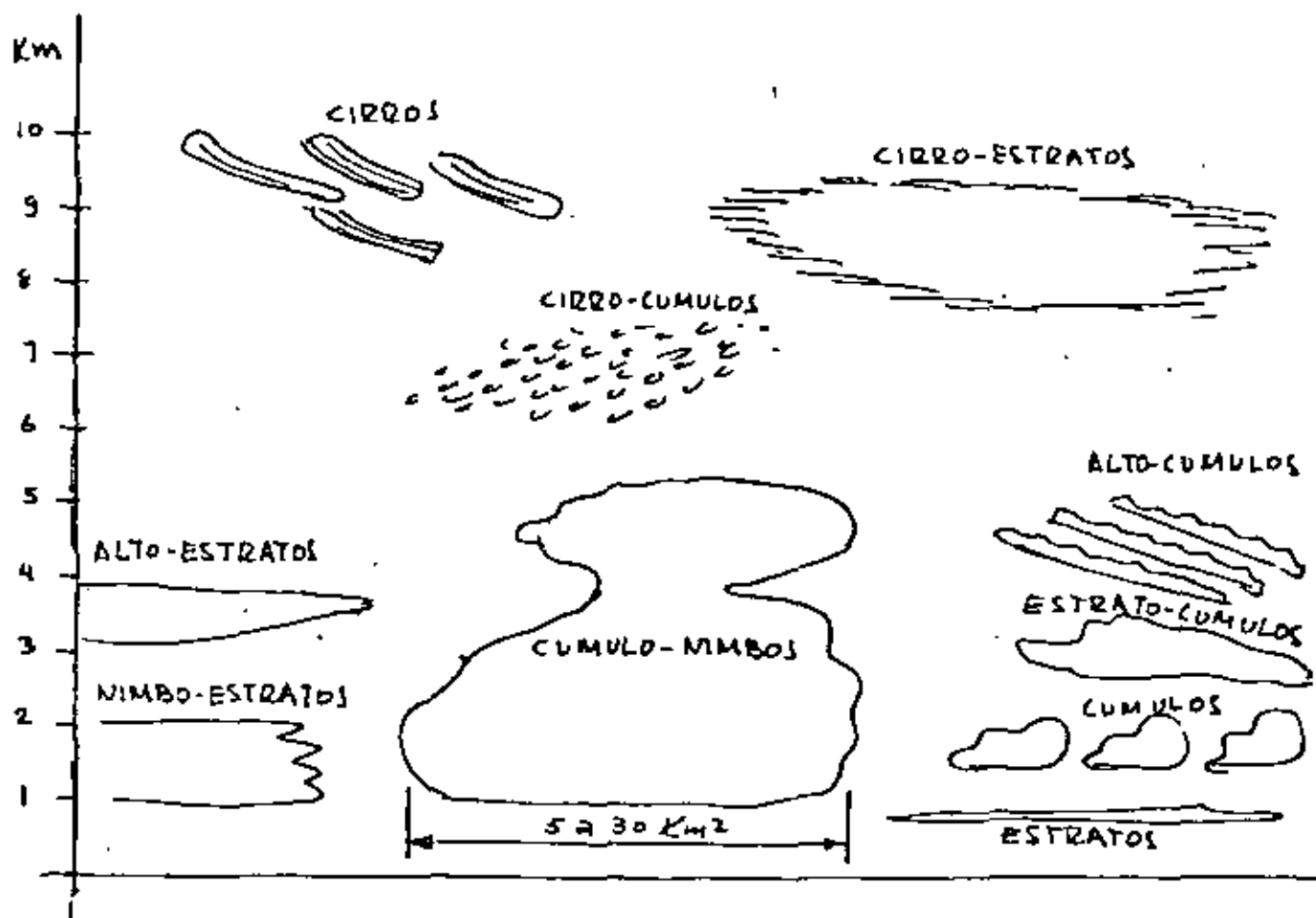
TIPUS DE CARGA



NUBES QUE
ORIGINAN
DESCARGAS



- CUMULOS
- CUMULO-NIMBOS

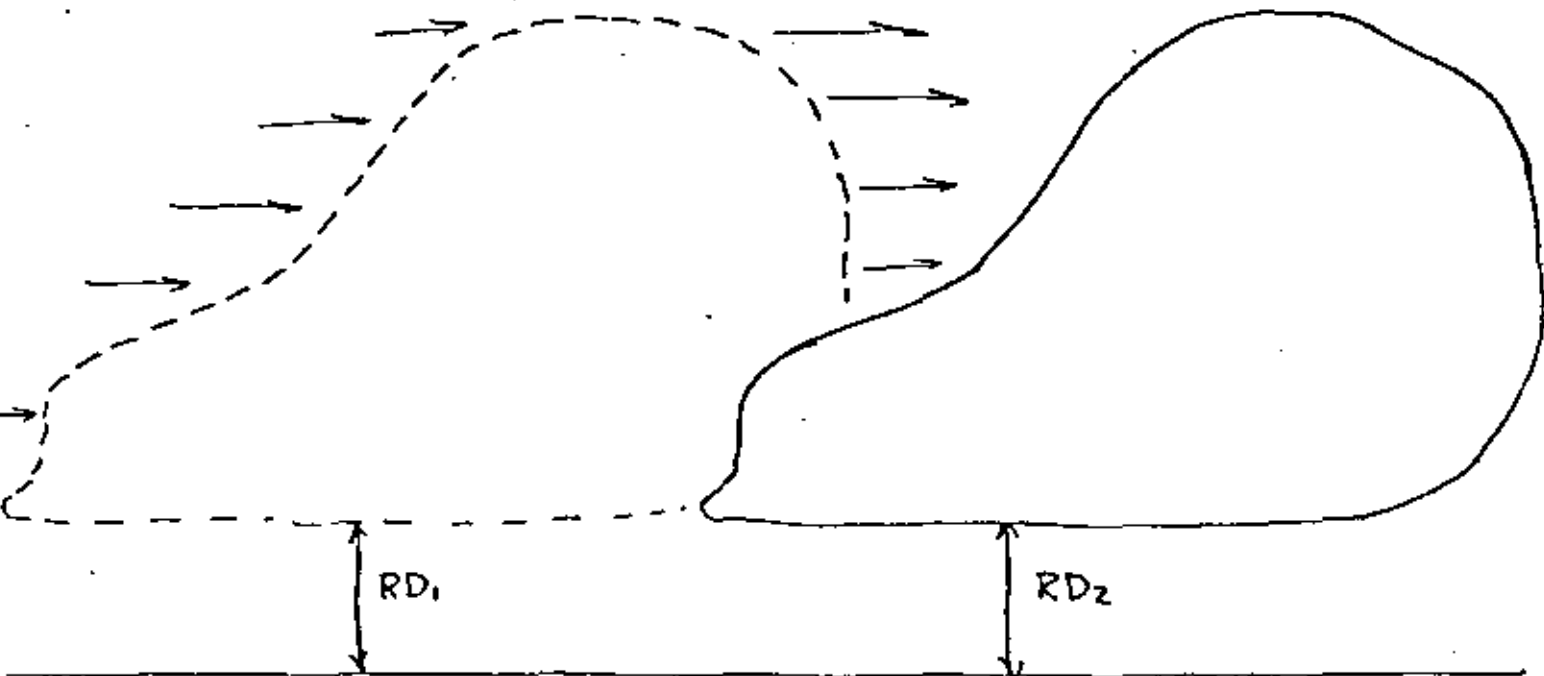
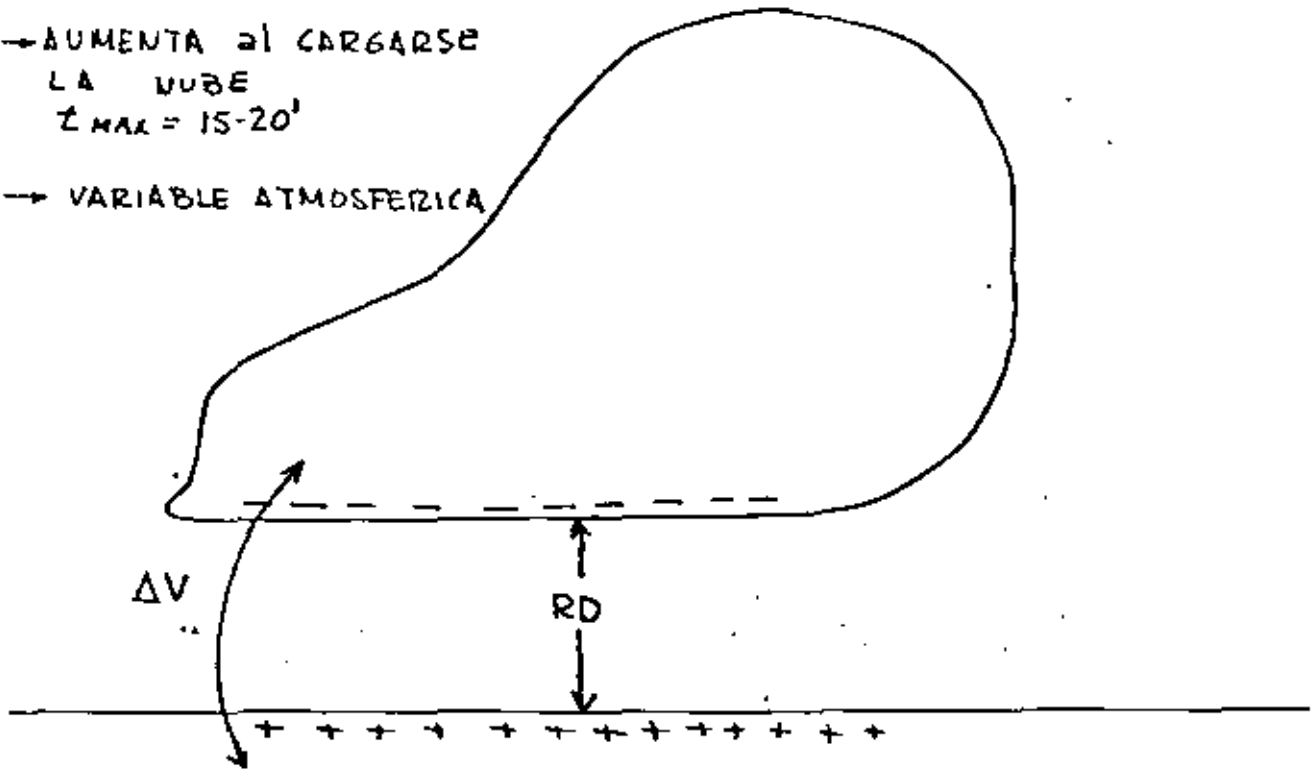


CUANDO OCURRE LA DESCARGA?

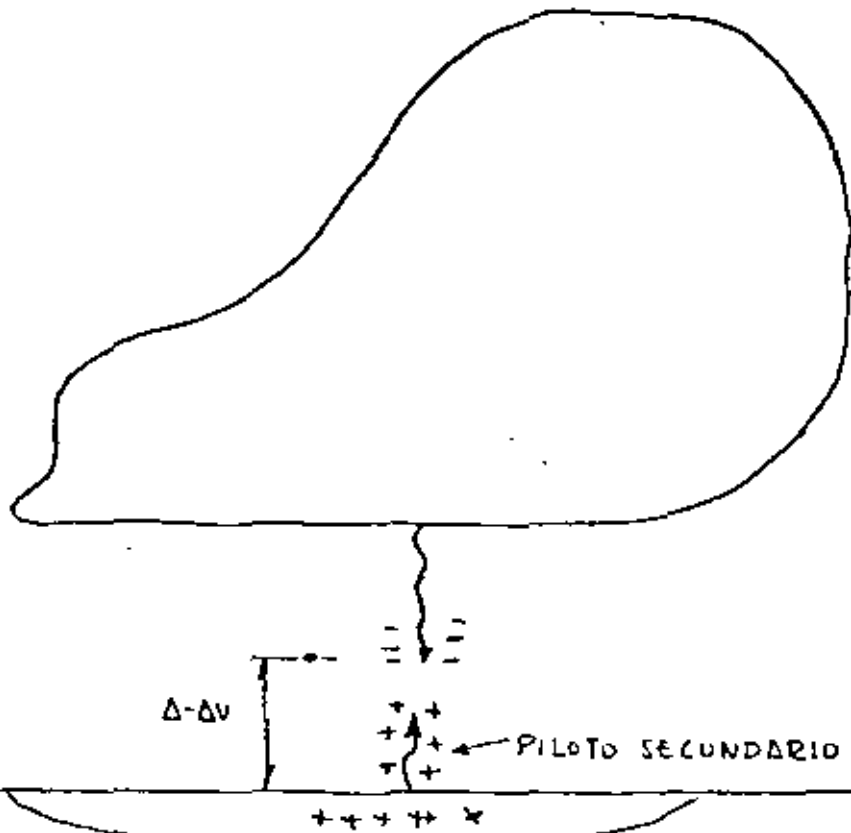
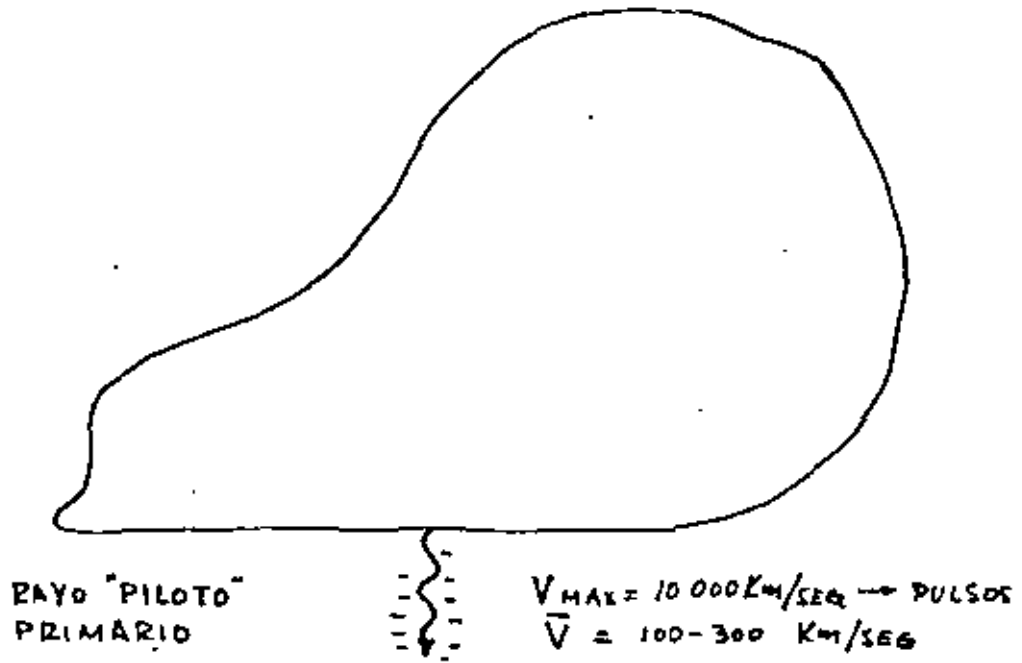
$RD < \Delta V \Rightarrow$ DESCARGA.

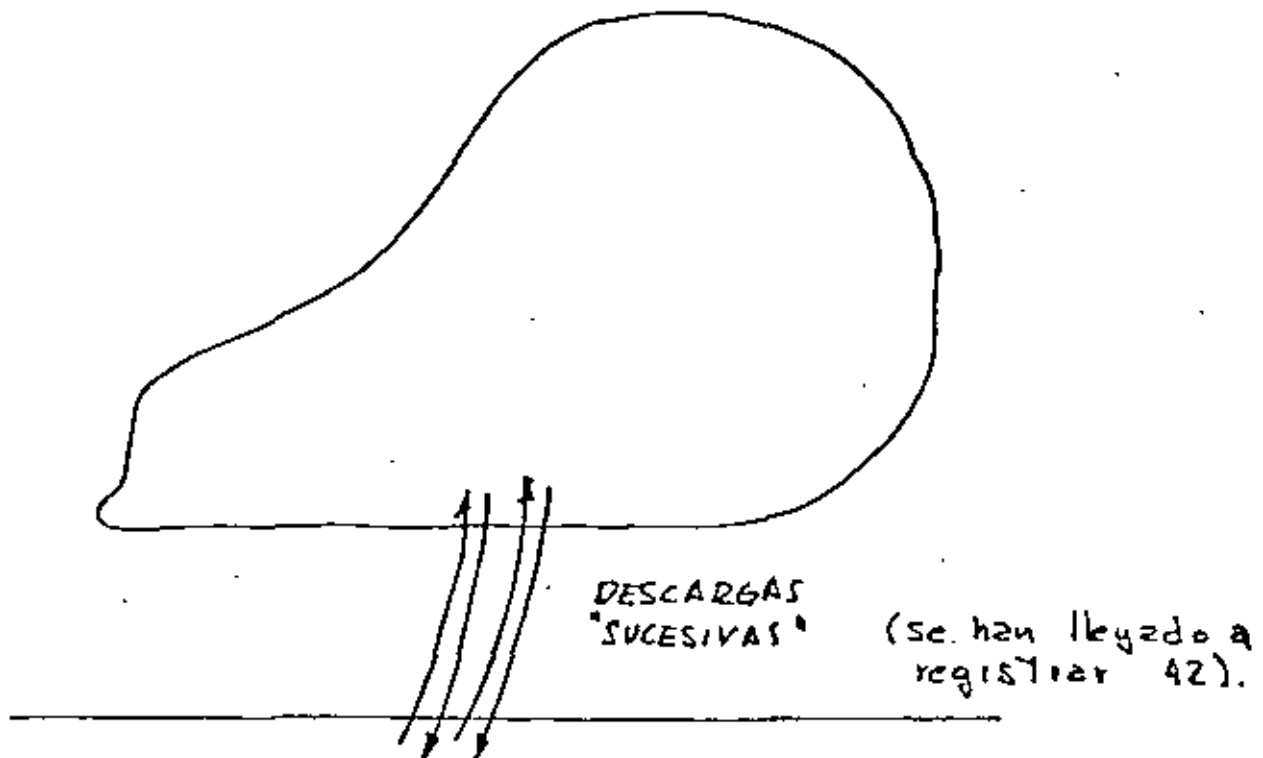
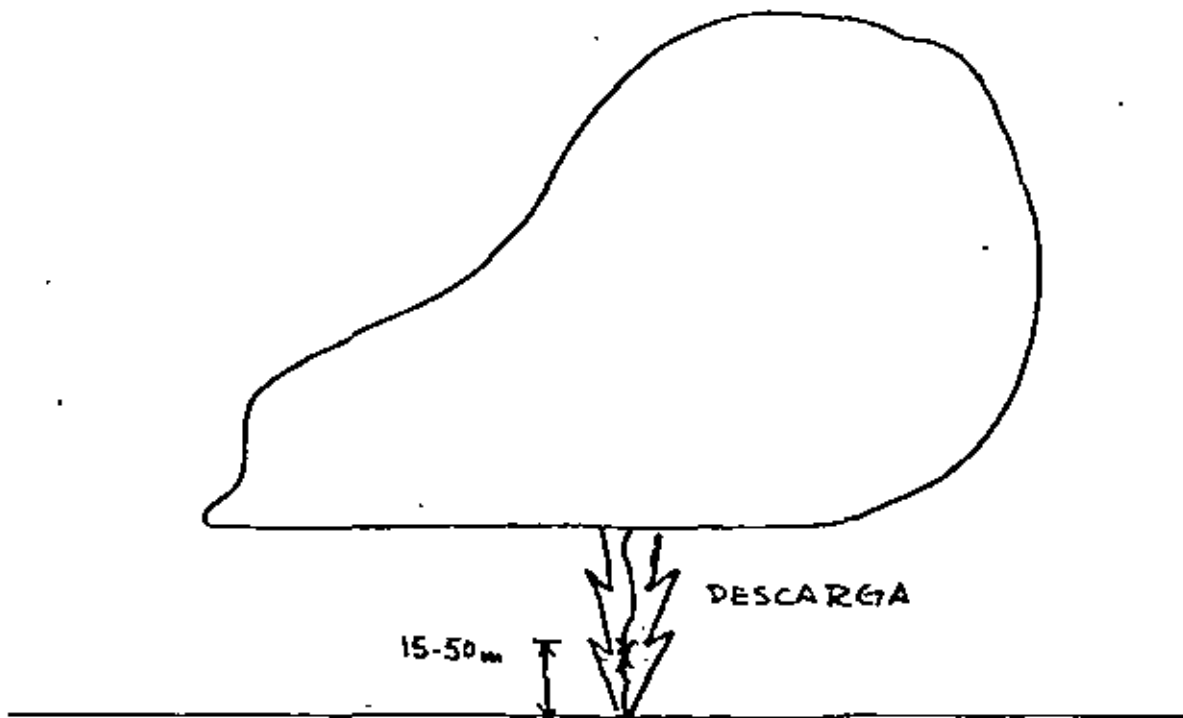
$\Delta V \rightarrow$ AUMENTA al CARGARSE
LA NUBE
 $z_{MAX} = 15-20'$

$RD \rightarrow$ VARIABLE ATMOSFERICA



$RD_1 \neq RD_2$





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, 22% > 10
 - ENERGIA

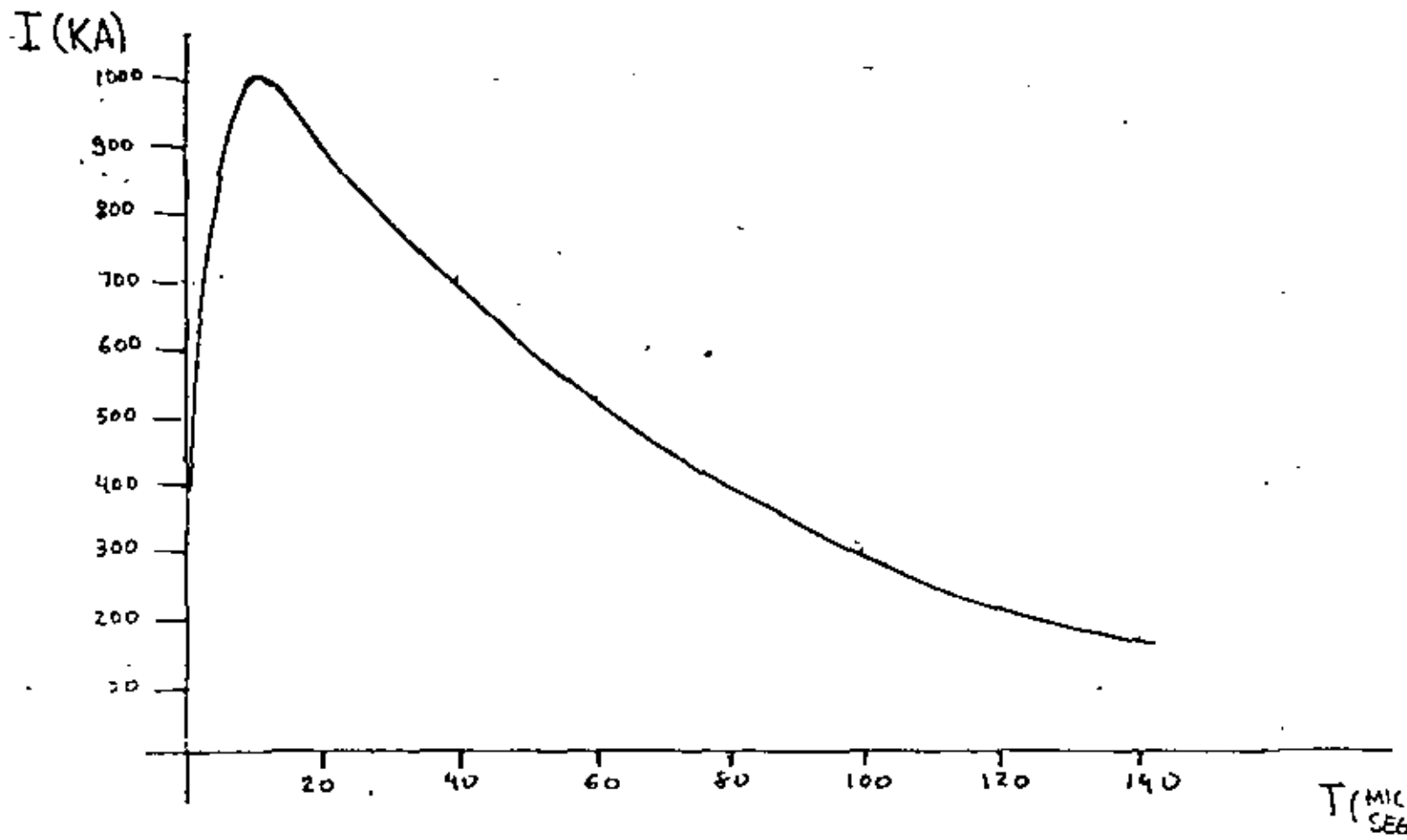
↳ CADA DESCARGA MAX. 100 COULOMBIOS

↓
20 KWH

↓
COMO ES CORTO

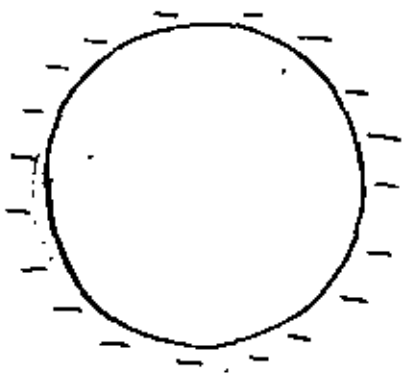
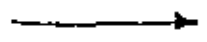
↓
POTENCIA DE L
ORDEN DE 1000'S KW.

ONDA CONVENCIONAL



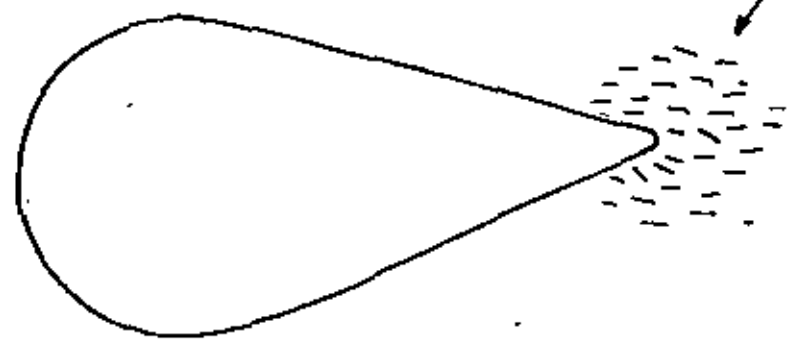
PROPIEDAD DE LAS CARGAS ELECTROSTATICAS :-

VOLUMEN UNIFORME
SIN ARISTAS

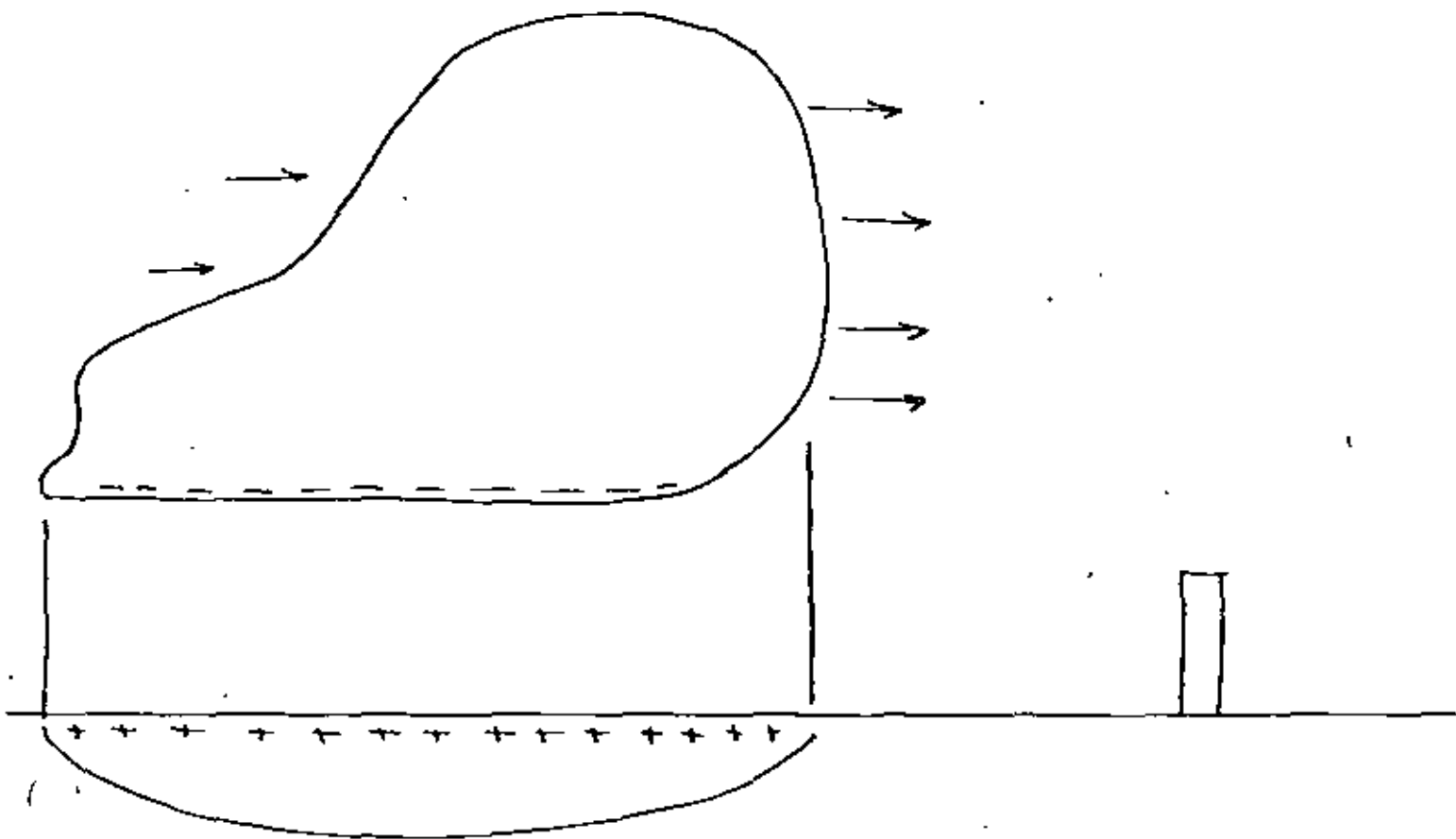


DISTRIBUCION UNIFORME

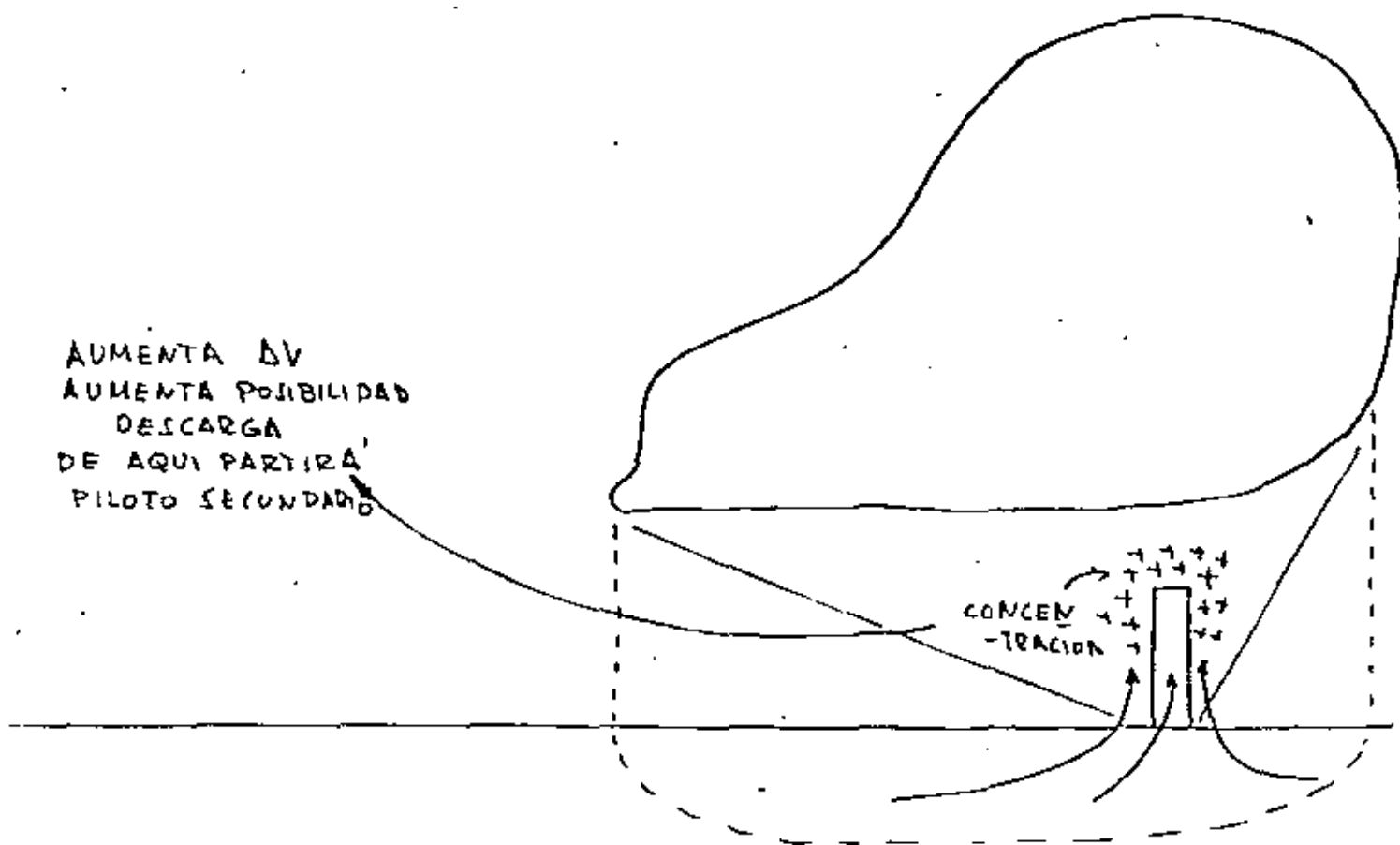
VOLUMEN NO UNIFORME

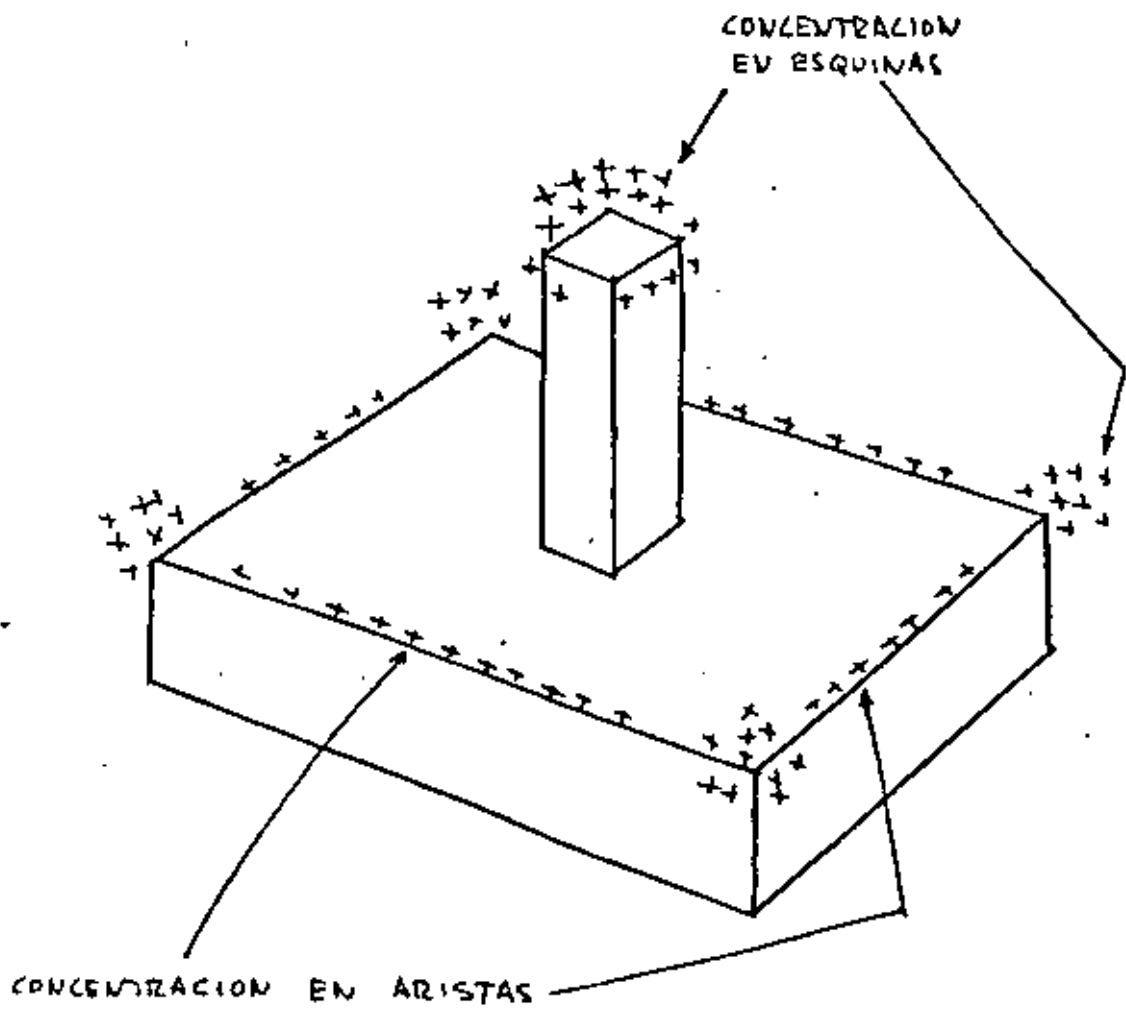


CONCENTRACION



AUMENTA DV
AUMENTA POSIBILIDAD
DESCARGA
DE AQUI PARTIRA
PILOTO SECUNDARIO





ANALISIS DE LOS SISTEMAS

PROPOSITO DE UN SISTEMA DE PROTECCION

~~EVITAR LA DESCARGA~~

(?)

RECIBIR SEGURAMENTE LA DESCARGA

CONDUCCIR SEGURAMENTE LA DESCARGA A TIERRA

DISIPAR LA ENERGIA DE LA DESCARGA EN TIERRA

ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE PROTECCION

① - RECEPTOR (PUNTAS).

② - CONDUCTOR (RED DE CABLES).

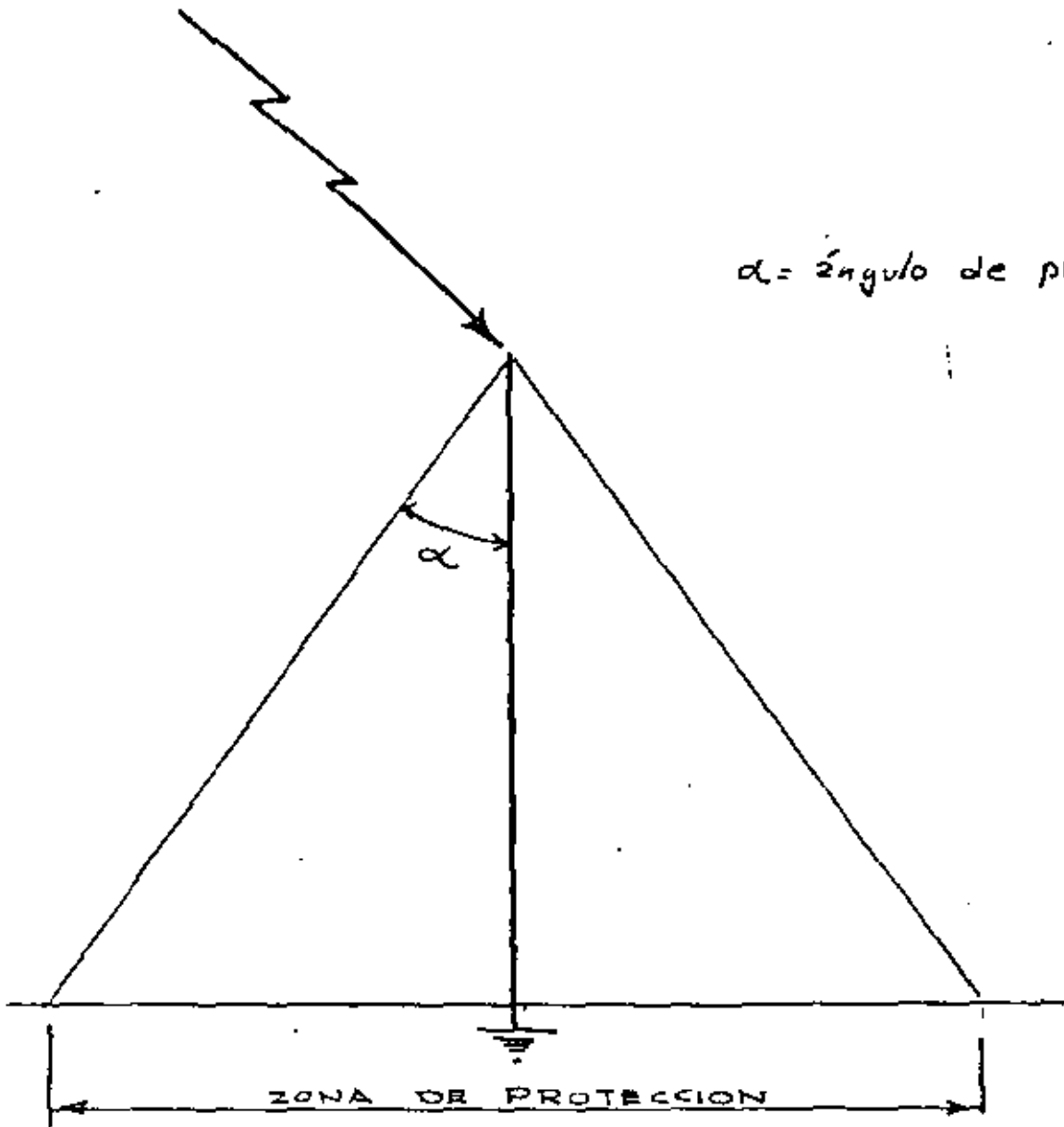
③ - DISPERSOR (ELECTRODOS DE TIERRA).

DIFERENTES SISTEMAS

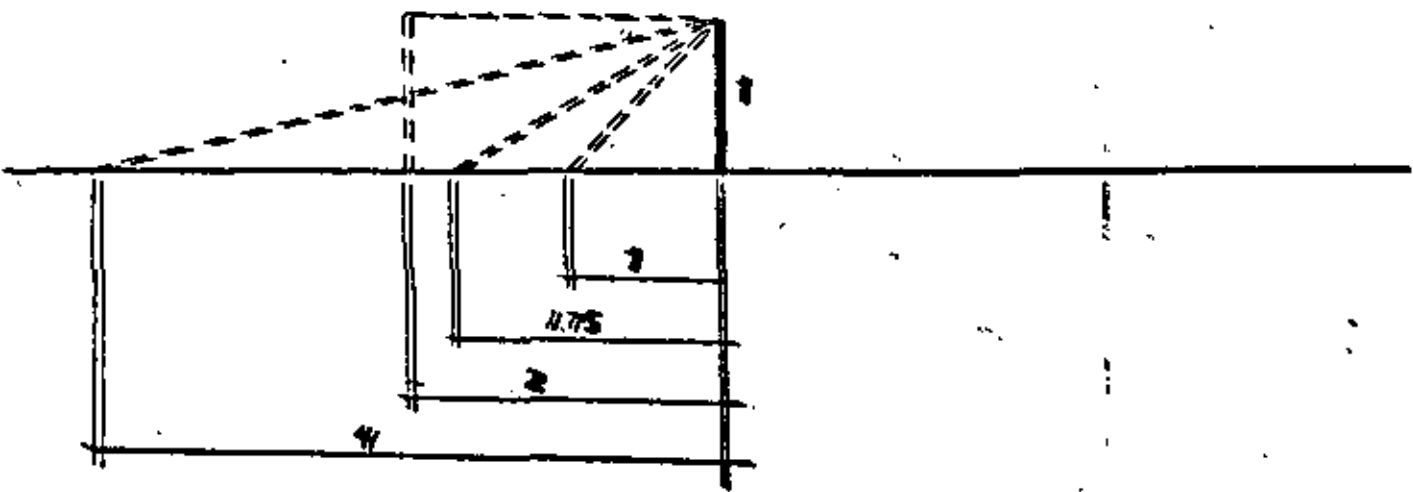


DIFERENTE UTILIZACION DE LOS ELEMENTOS 1) 2) 3)

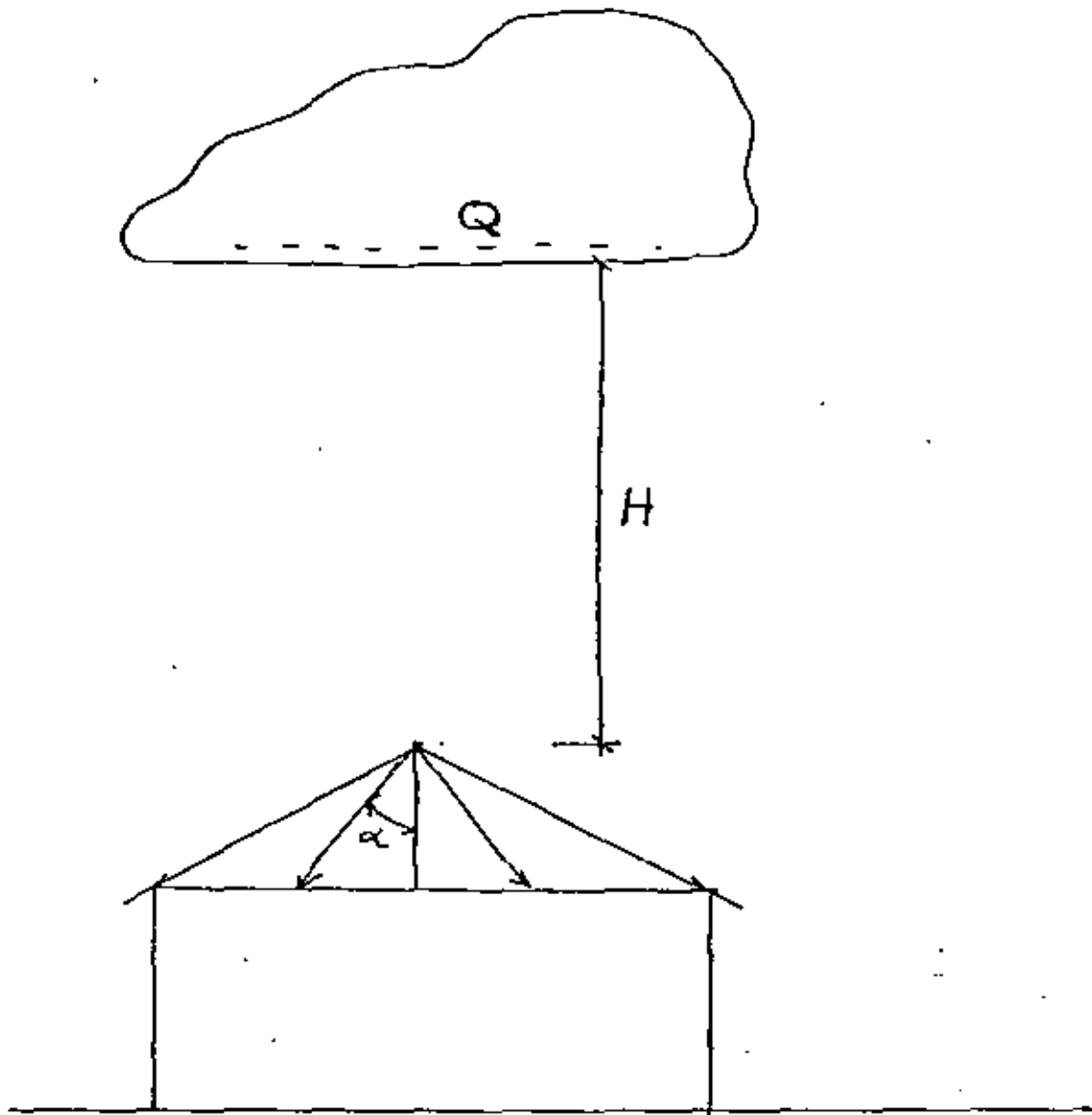
SISTEMA FRANKLIN



EN DESUSO EN LA
REGLAMENTACION U.L.
Y NFPA PARA EDIFICIOS.



- 1875 - COM. PARIS = LTS
- 1823 - GAY LUSAC = CILINDRO = 2
- 1881 - ADAMS = 1
- 1923 - PEER = 2-4
- 1945 - L.P.C. = 1 (limitado)



$$\alpha = f(H, \rho)$$

NO PERMITE SEGURIDAD
EN EL DISEÑO.

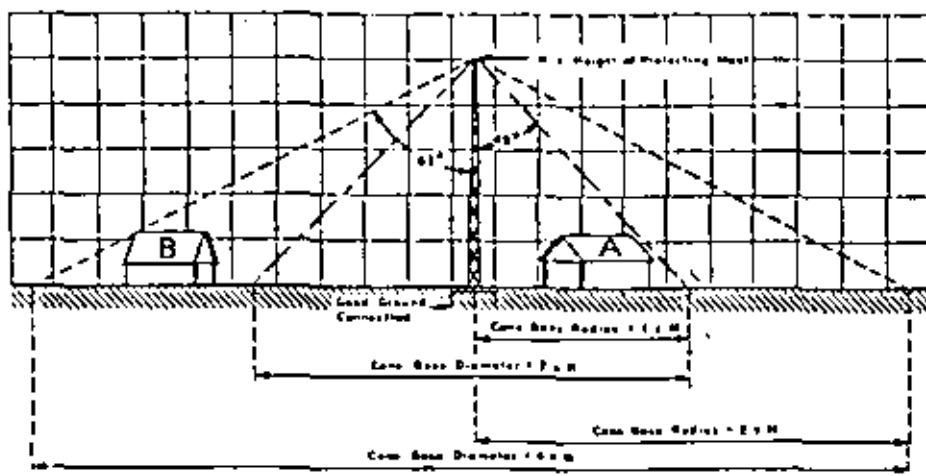


Fig. 10. Illustration of "cone-of-protection" or "angle of shielding." Building "A" located within a 1 to 1 (radius to height) cone, or 45-degree angle of shielding, will be protected against practically all strokes. Building "B" within 3 to 1 cone, about 63-degree angle, will be protected against the majority of strokes, but may be hit occasionally.

upward from the points at the instant just preceding a lightning stroke, thereby raising the effective height to the point where the upward streamer intercepts the stroke.

However, the basic principle of cone-of-protection is not infallible and there can be rare cases where lightning will hit within even a conservative cone. An example of flagrant violation of the principle was a recorded stroke that hit the side of the Empire State Building 50 feet below the top.

A high tree, close to your house, may provide some cone-of-protection or shielding of your house from direct stroke, if the house is well within the tree's cone-of-protection. However, this is not a happy relationship, because a stroke to the tree could shatter it, with the possibility of heavy limbs falling through the house; or the stroke may come part way down the tree and then sidelfash to the house, causing as much lightning damage to the house as if it were directly hit. Lightning rods extending from the tree's topmost branches to driven ground electrodes at the tree's base will protect the tree against shattering, but sidelfash may still occur from the rodged tree to the house, particularly if grounded metallic systems in the house present a better path to earth. Furthermore, severe gales, or even high winds that accompany violent thunder storms, often uproot trees or break off major portions of limbs, and may thereby remove or destroy any shielding effects from the tree. Therefore, where high trees close to a house present conspicuous and likely targets for lightning, the safest practice is to apply a lightning conductor to the tree to prevent lightning from shattering the tree, in addition to a lightning rod system on the house for the real and durable protection against either sidelfashes or direct

hits. In any case, the lightning rod grounds around the base of the tree should be bonded by underground conductor extending to reliable grounds and metallic bodies, such as water pipes, well casings, heating system piping or ducts, sewer pipes, etc., that are available at or within the house.

Lightning is just as likely to strike buildings of wood, masonry, or steel; or masts, poles, or trees of any kind, that present comparable height and exposure. However, as the stroke leader approaches earth, the charges in the earth rush into the area directly beneath the downward leader, often causing sufficient concentration of earth charges to produce upward streamers several feet long extending from the tops of earthly objects, and the object that happens to have the highest streamer formation may become the point that is struck. See Fig. 3. This is why "air terminal points" are used as the uppermost extensions of lightning rods. The points aid the formation of upward streamers that "pilot" the stroke to the rodding system.

Altogether, the many variables and influences make it difficult to forecast accurately when, how often, and where lightning will hit your neighborhood or your property. The difference in density of rainfall may affect where and what lightning may strike in your neighborhood. Storms vary from year to year and it may require many years to indicate true probabilities. For example, the Empire State building was hit as few as 3 times in 1939, as many as 48 times in 1947, but averaged 23 hits per year over 11 consecutive years. Therefore, any appraisal of what, when, and where lightning will strike, must be based largely on the foregoing facts about lightning and its behavior, but recognizing the pertinent variables.

It is well to be familiar with the typical happenings and events that can occur within the few millionths of a second when lightning strikes. Indeed, our knowledge of lightning's "modus operandi" in its furious assault is the only basis on which we can plan effective defense or exercise intelligent precautions against it.

When lightning strikes, its compelling objective is to complete a path to ground, or to metallic or conducting objects that are in contact with ground. Remember, the lightning stroke of thousands, or tens of thousands, of amperes is a reuniting of electric charges in the earth beneath the storm cloud, with the opposite electric charges in the cloud. Therefore, the path of a lightning stroke is not completed by hitting the top of a house, but must continue on — the gigantic spark boring through any non-conducting materials — until it reaches earth, or an adequate conducting path to earth.

For example; lightning hits a chimney, follows part way down the semi-conducting soot path inside the chimney, then hangs through the masonry and 8 feet across floor joists to a BX cable of the house wiring, and then follows the conducting cable to its ground connection in the basement. But the stroke's fireworks and explosive shattering force prevails throughout the free path until it reaches the metallic conductor; and therefore, the chimney may receive a shattered gash down to a sizable hole opened through it where the stroke took off for the BX; and the joists, or the floor above, or the ceiling below can be splintered or wrecked between the chimney and the BX. A BX cable may conduct some strokes without damaging much of the cable, but in many cases, the copper conductors within the steel armor will totally disappear by volatilizing to a gas. Another example; lightning hits the ridge of a dormer window, then shatters its course through 20 feet of ceilings, walls, or floors to the top of a shower bath fixture which happens to be the nearest grounded metallic object in the house to the stricken point. The explosive force through the free path of the stroke, from the gable to the shower bath, can leave a shambles of splintered materials. Again, — lightning hits the ridge of a house having no wiring, plumbing, or water pipes; and so the stroke crashes through the building from top to bottom; but, because there was no metallic connection to earth, the stroke bored through the earth, 1 to 2 feet under sod, for a distance of 155 feet, and pun-

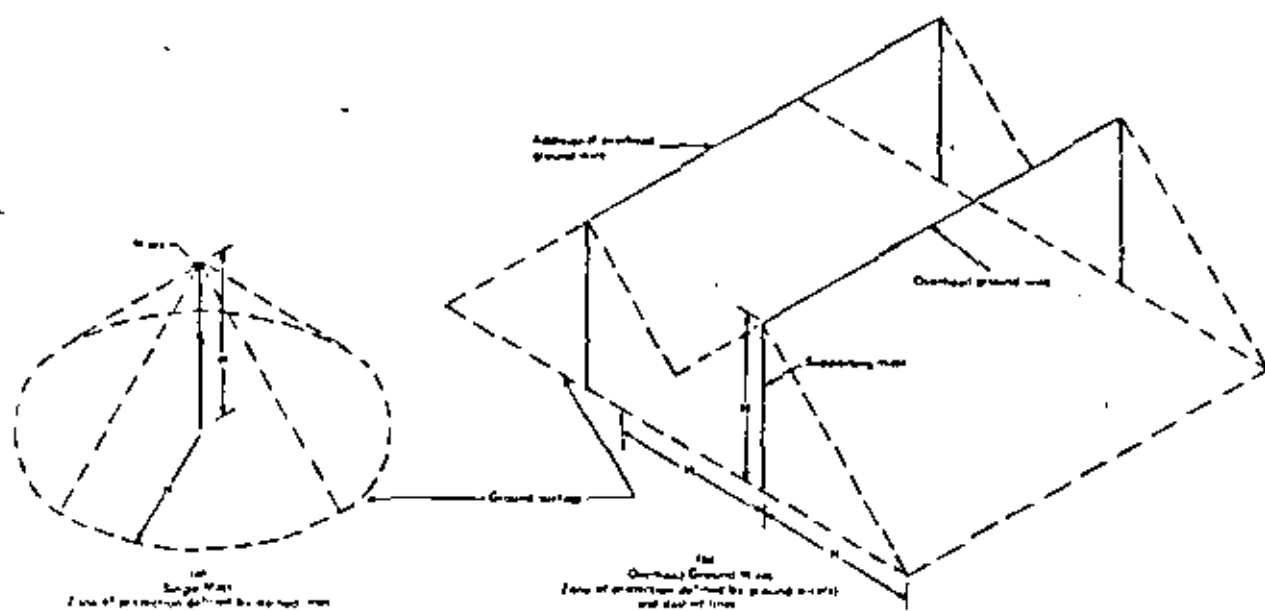


Figure 6-3.3.1. Zone of Protection for Mast Height "H" Not Exceeding 50 Feet (15m).

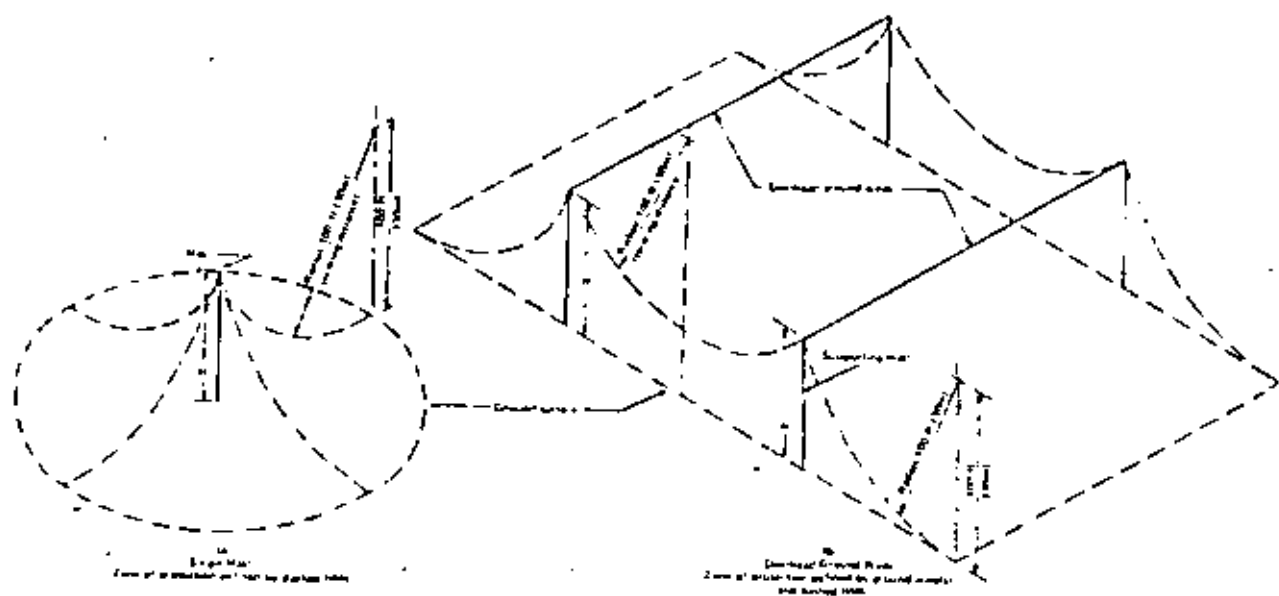
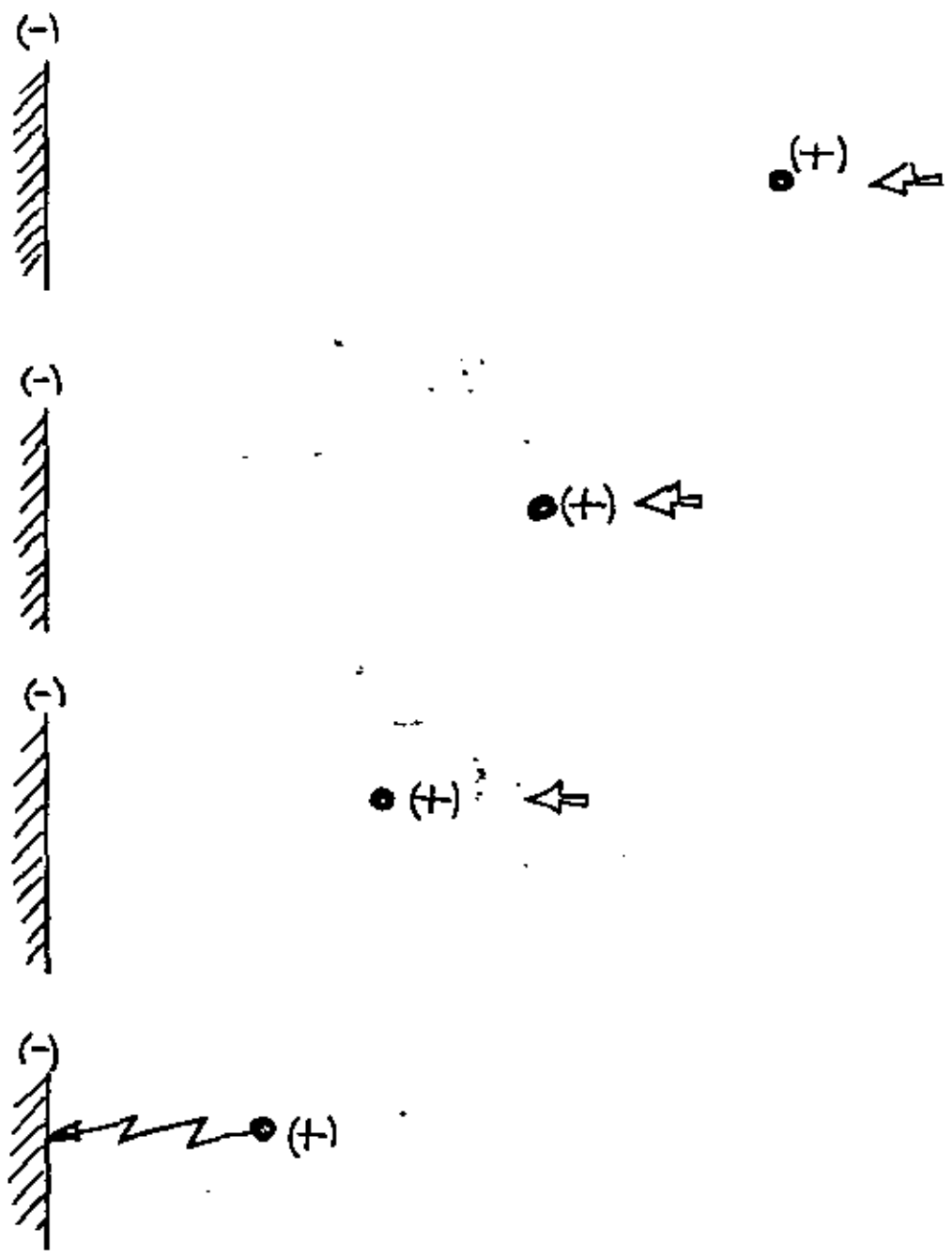
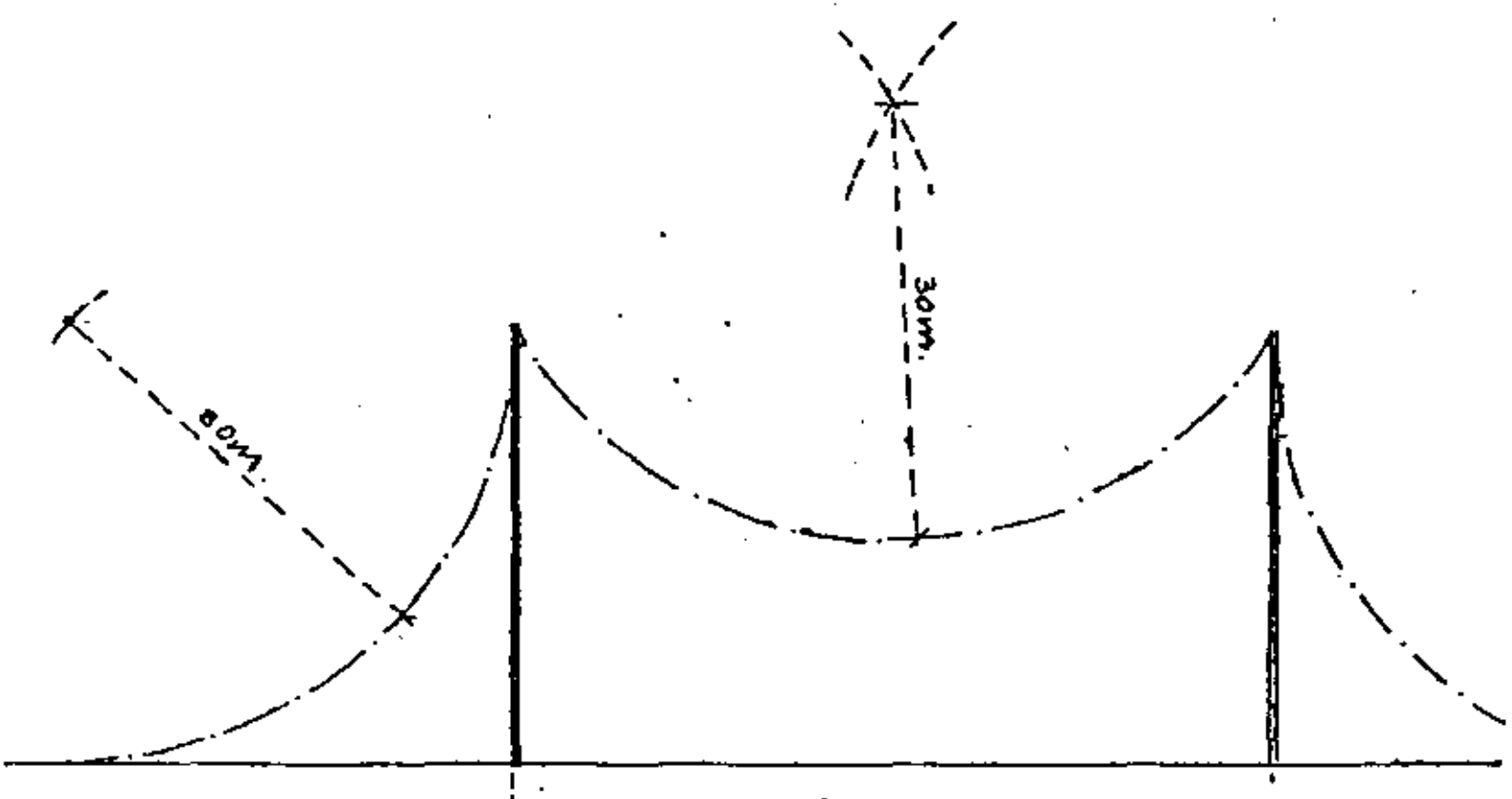
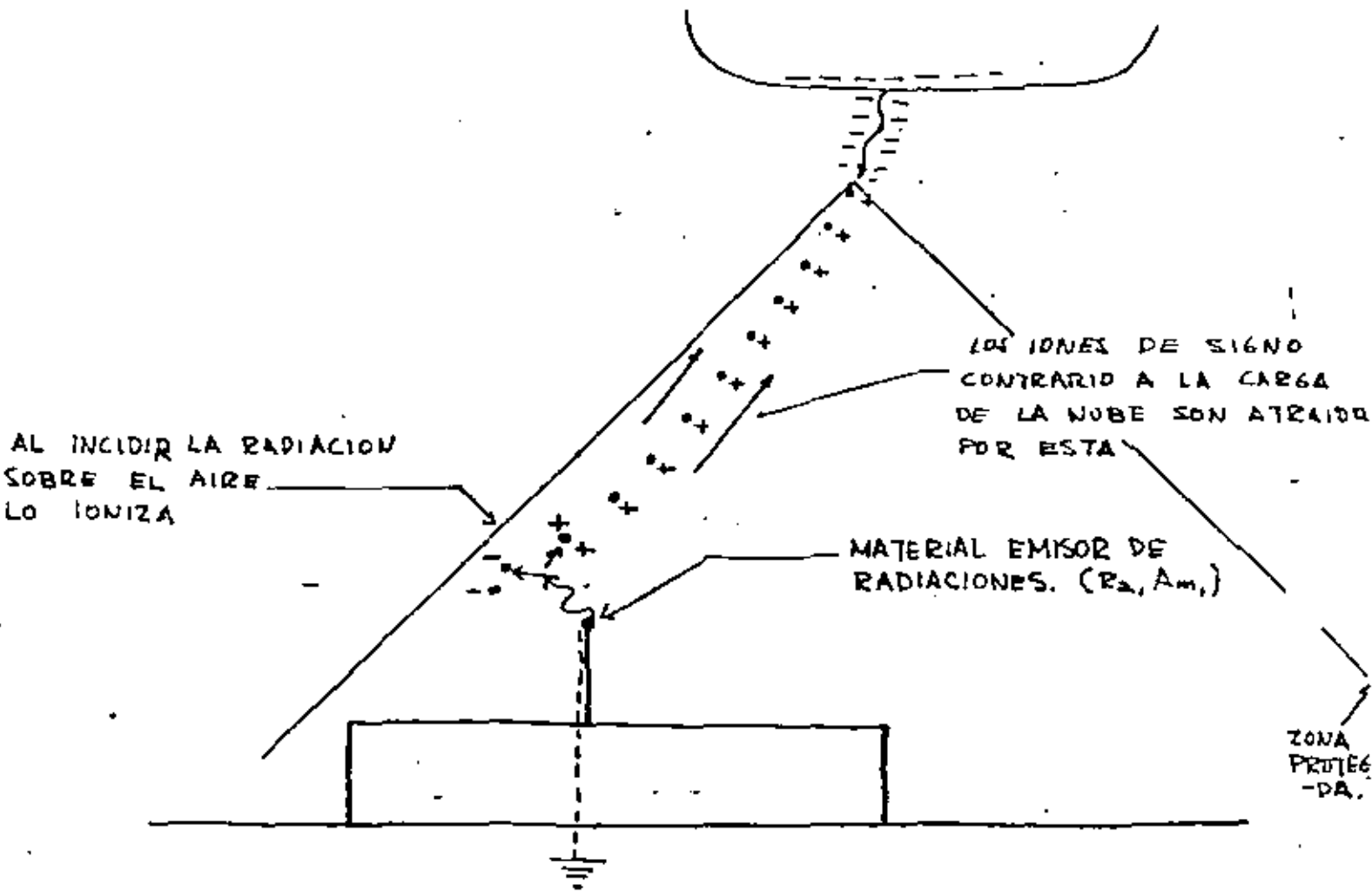


Figure 6-3.3.2. Zone of Protection for Mast Height "H" Exceeding 50 Feet (15m).



DISTANCIA de ARQUEO

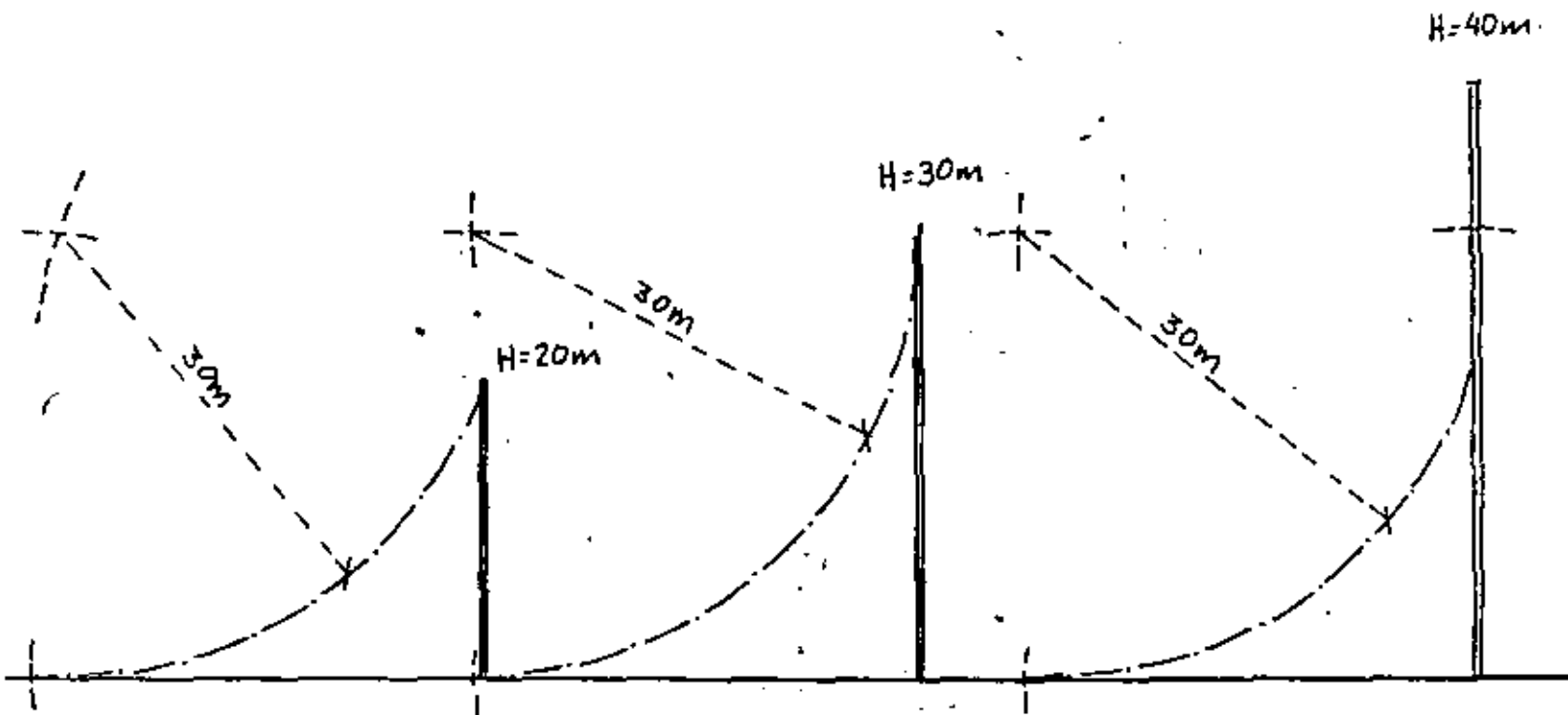




VENTAJAS: SENCILLEZ INSTALACION

DESVENTAJAS: USO MATERIAL PELIGROSO (RADIACION-CONTAMINACION)

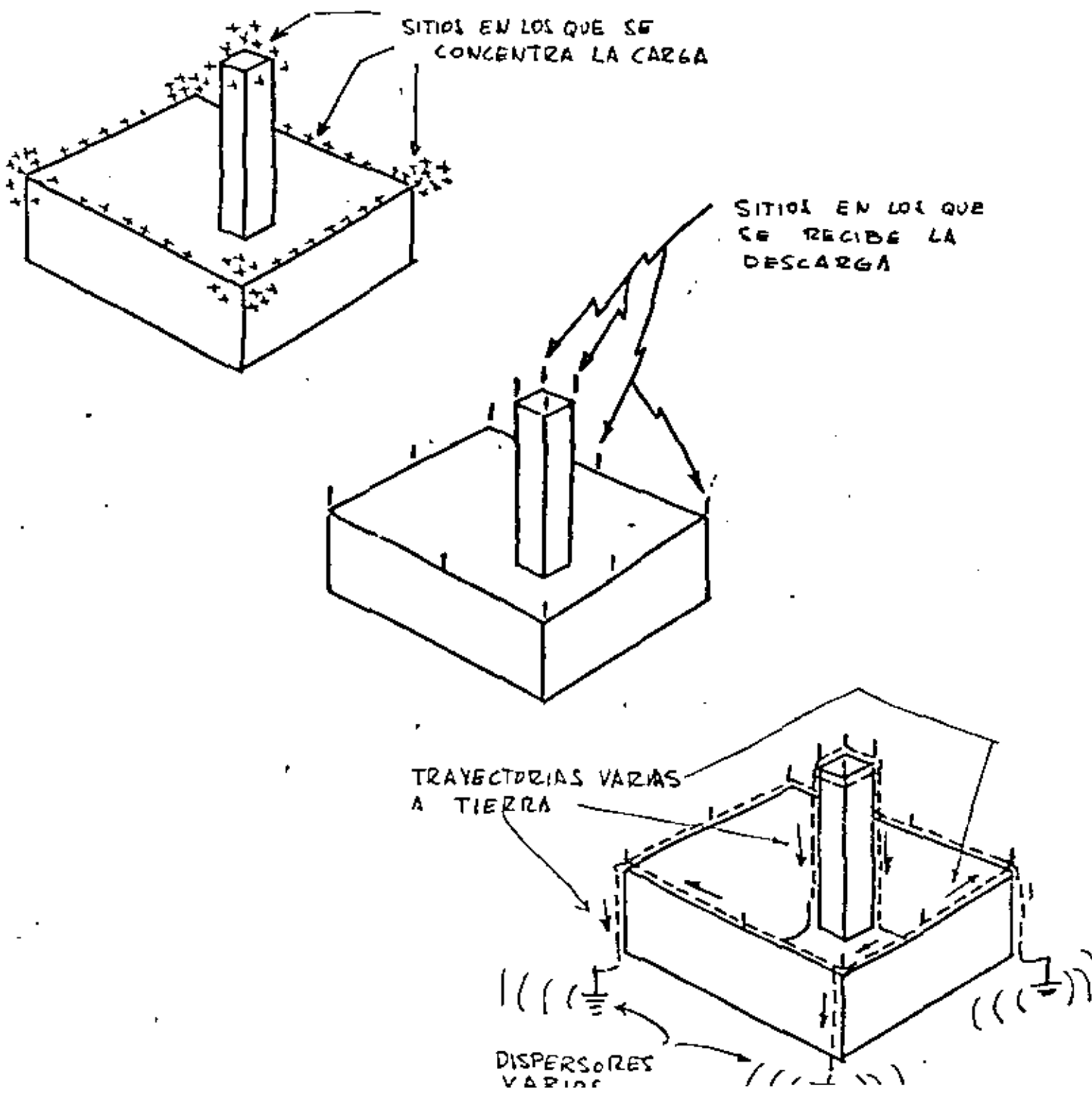
└─ RESTRINGIDO EN MEXICO.



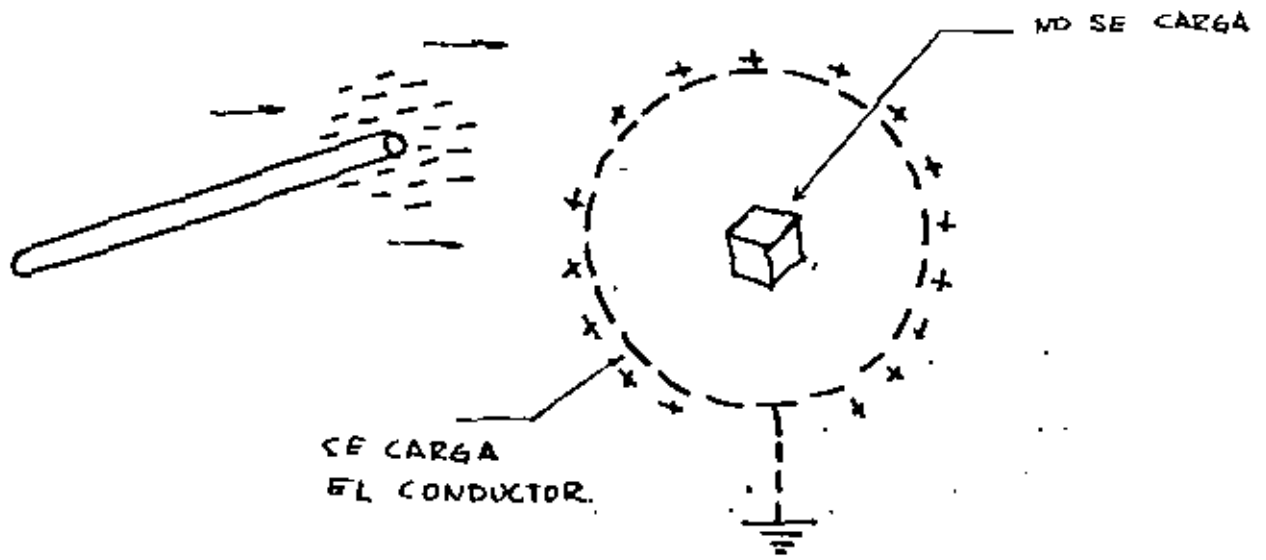
ALTURA vs DISTANCIA de ARQUEO

SISTEMA FARADAY :-

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



BLINDAJE ELECTROSTATICO



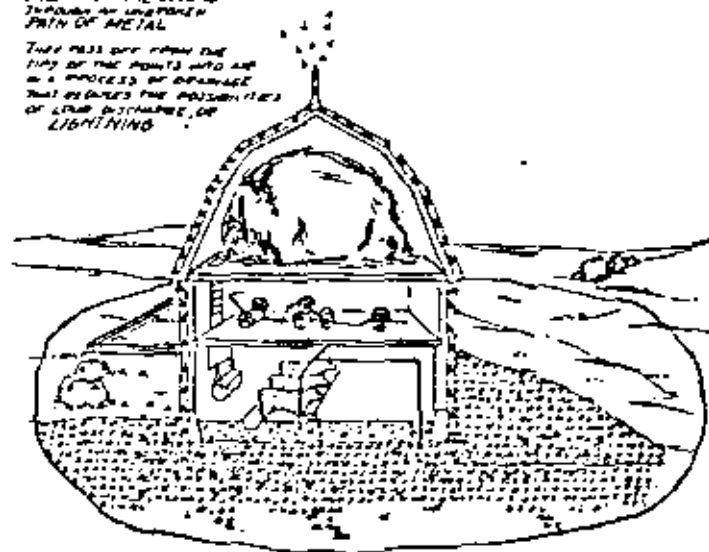
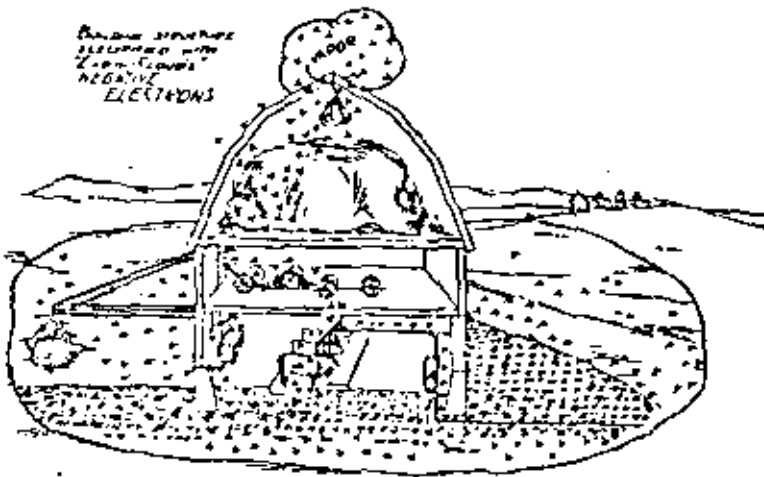
GAP BETWEEN "Sky-Cloud" and "Earth-Cloud"

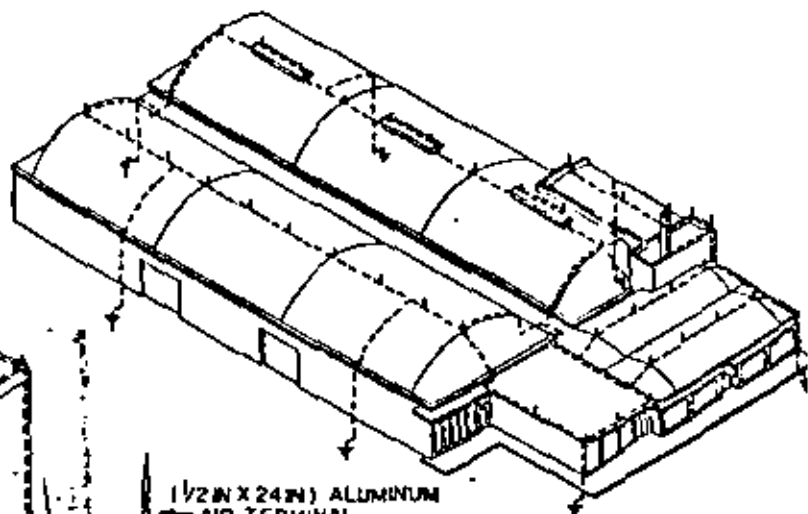
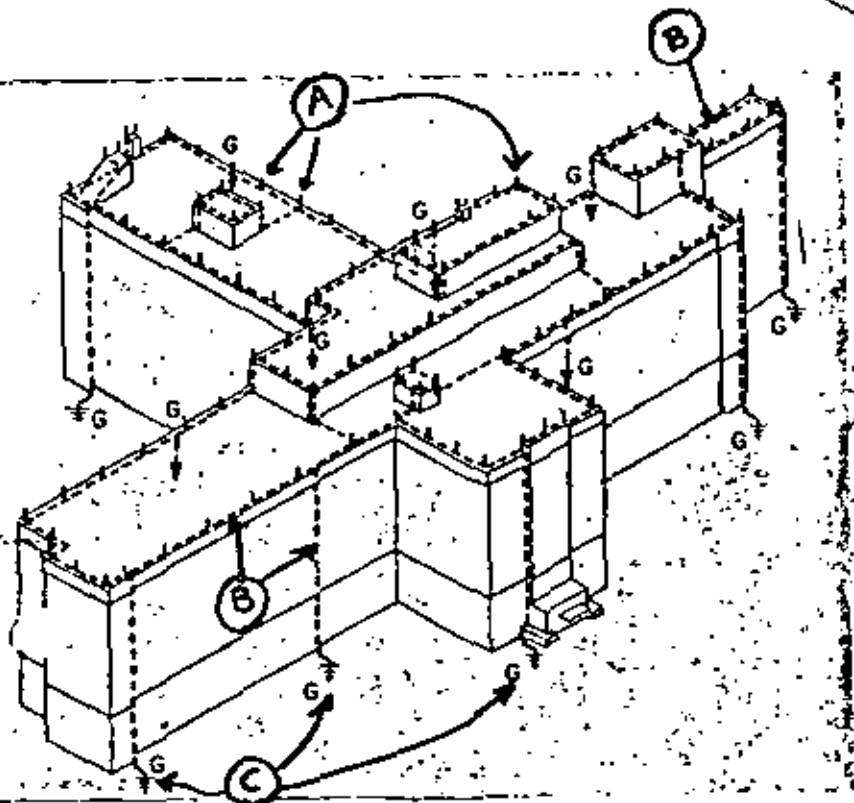


Earth-Cloud NEGATIVE ELECTRONS ATTEMPT TO ESCAPE THROUGH AN IMPROVED PATH OF METAL

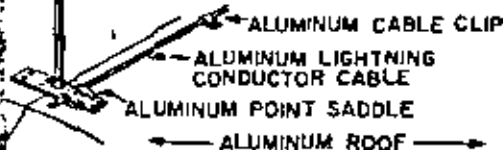
They pass off from the tips of the points into air in a process of discharge that reduces the possibility of large discharge, or lightning.

Building structure surrounded with "Earth-Cloud" NEGATIVE ELECTRONS





1/2 IN X 24 IN ALUMINUM AIR TERMINAL



TYPICAL AIR TERMINAL INSTALLATION

VENTAJAS:-

• SEGURIDAD

• REGLAMENTADO → (1904).

• EXPERIMENTADO (1904-~~1975~~)

• NORMALIZADO :

• UNDERWRITER'S LABORATORIES

↳ UL 96A

• NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

↳ NFPA-78

• ANSI.

• IEEE

1930

FOUNDED 1804

Underwriters' Laboratories, Inc.
For Service - Not for Profit

SPONSORED BY
National Board of Fire Underwriters



Installation Requirements

MASTER LABELED LIGHTNING PROTECTION SYSTEMS

UL 96A
Eighth Edition

JUNE, 1963

ANSI
Z39.18
78

ANSI/NFPA 78
1977
An American
National
Standard

LIGHTNING PROTECTION CODE 1977



NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

270 Atlantic Avenue, Boston, MA 02210

29

VS

DESCARGAS ATMOSFERICAS

INSTALACION

DE ACUERDO CON
NFPA-78
UL96A

ELEMENTOS de ANALISIS:-

- 1 - UBICACION de PUNTAS
- 2 - TRAYECTORIA de CONDUCTORES
- 3 - UBICACION de ELECTRODOS de TIERRA
- 4 - CONEXIONES ADICIONALES
- 5 - SISTEMAS de INSTALACION
- 6 - ESPECIFICACION de MATERIALES.

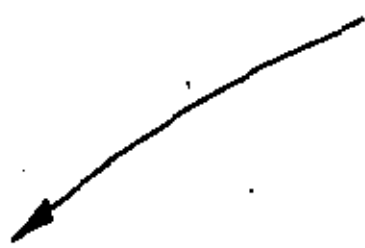
UBICACION PUNTAS :

- LOCALIZACION
- ESPACIAMIENTO
- ALTURA

LOCALIZACION— SITIOS DE INCIDENCIA DEBIDO A CONCENTRACION DE CARGA EN ELLOS :-

- ESQUINAS
- ARISTAS

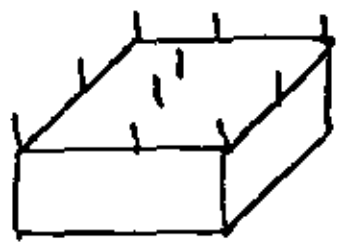
• EN LA SUPERFICIE DE LA AZOTE



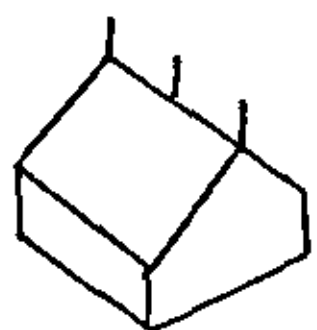
FUNCION DEL TIPO O FORMA DEL TECHO

CASIFICACION DE TECHOS:-

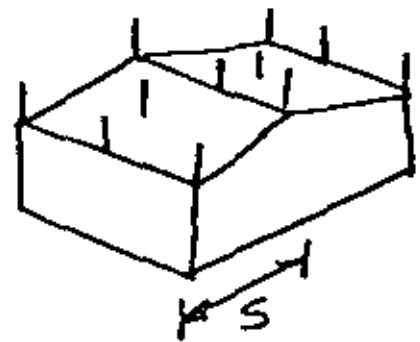
1) PLANO



2) INCLINADO



2) PENDIENTE LIGERA



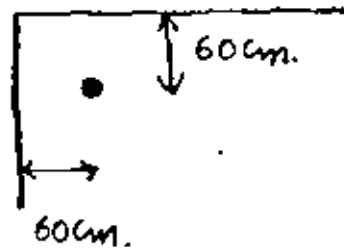
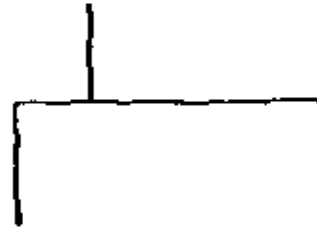
CONDICIONES:

$S < 12m$ Y PENDIENTE $\leq \frac{1}{8}$

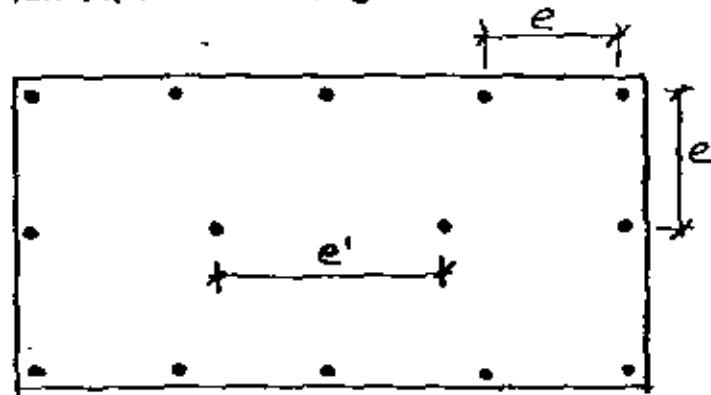
$S > 12m$ Y PENDIENTE $\leq \frac{1}{4}$

ESPACIAMIENTO PUNTAS

DEL LIMITE DEL CONTORNO:



ENTRE PUNTAS

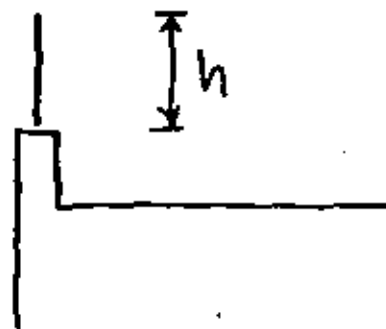


$e \leq 6m$ HASTA ALTURAS DE PUNTA DE 60cm.

$e \leq 7.62m$ HASTA ALTURA DE PUNTA MAS DE 60

$e' \leq 15m.$

ALTURA PUNTAS



h:

$$90cm > h > 25cm$$

DEL OBJETO O
CONTORNO PROTEGIDO

$h > 60cm \rightarrow$ TRIPLE



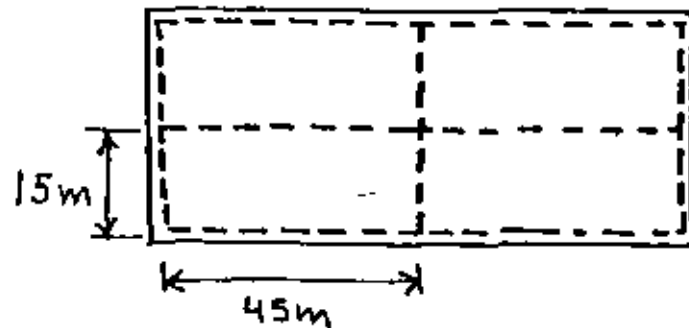
TRAYECTORIA CONDUCTORES :-

33

• HORIZONTALES

CONDICIONES:-

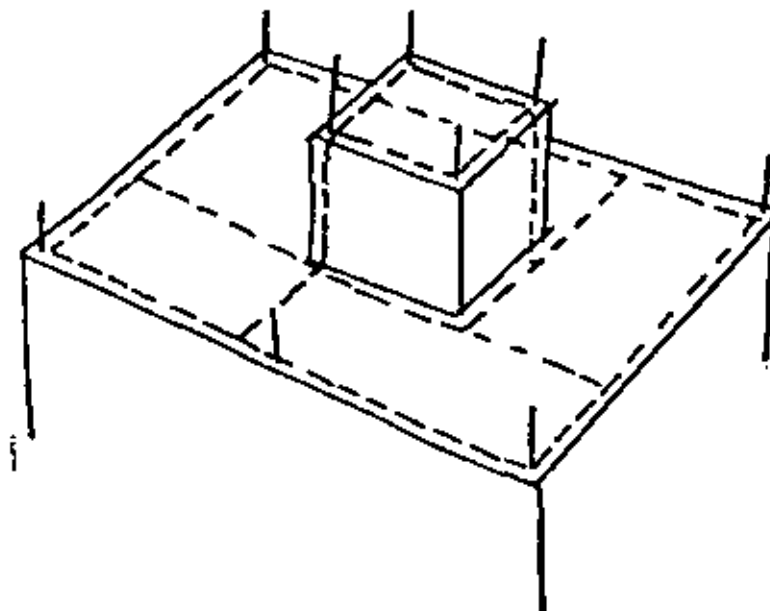
- 1) RED CERRADA QUE INTERCONECTA PUNTAS
- 2) 2 TRAYECTORIAS DIRECTAS A TIERRA (SIN CURVAS -ASCENDENTES, DESDE CADA PUNTA
- 3) RADIO CURVATURA MINIMA = 20 CM.
- 4) ESTABLE CER REDES INTERIDRES CERRADAS DE DIMENSIONES MAXIMAS 15X45M.



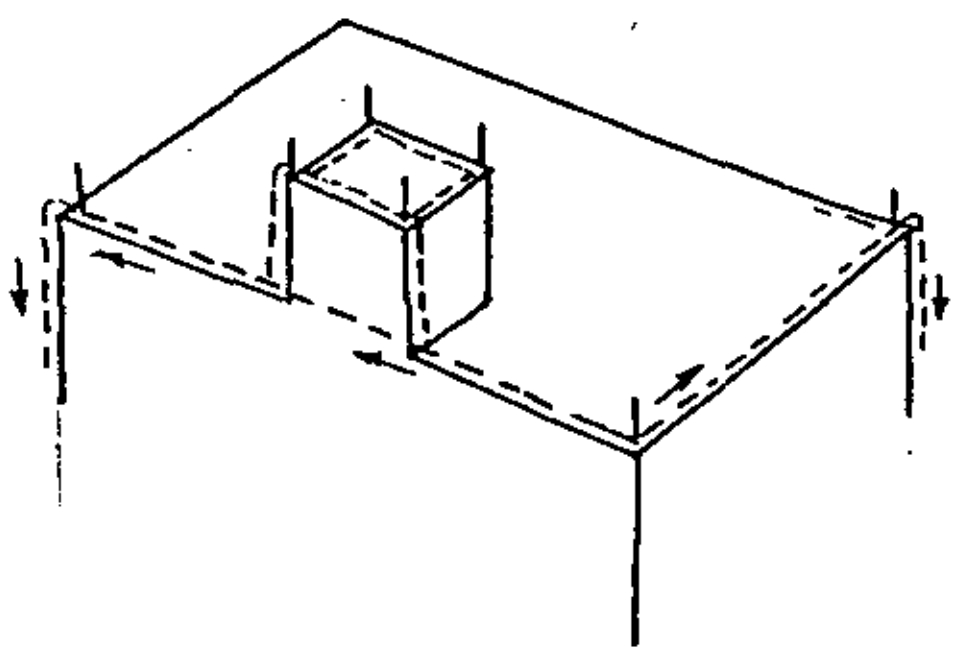
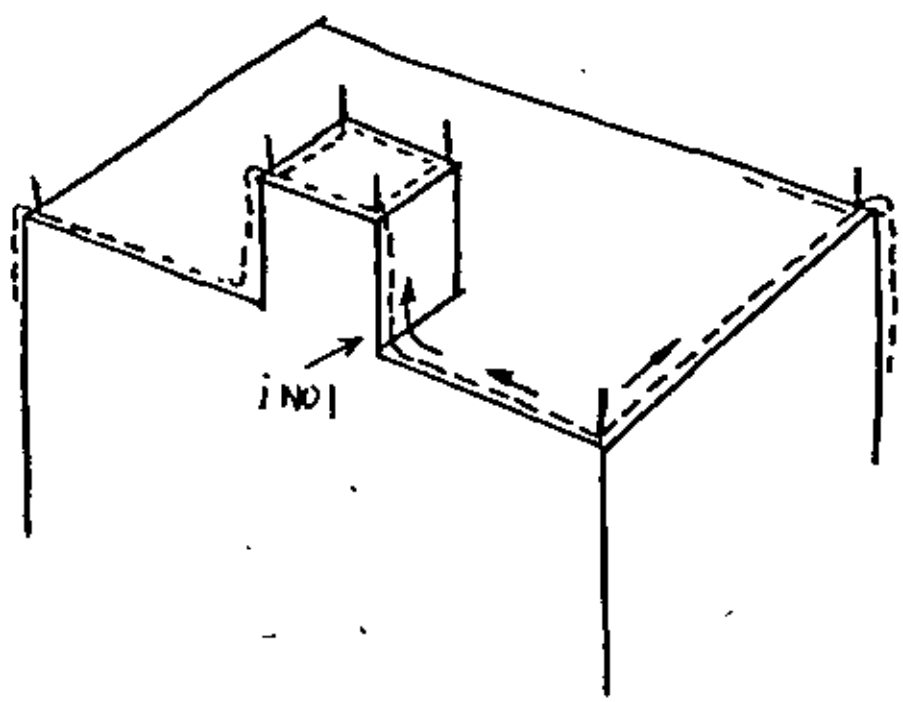
- 5) SUJECION: CADA 90 CM.

EJEMPLOS :

1) RED CERRADA



2) TRAYECTORIA DOBLE



TRAYECTORIA CONDUCTORES.

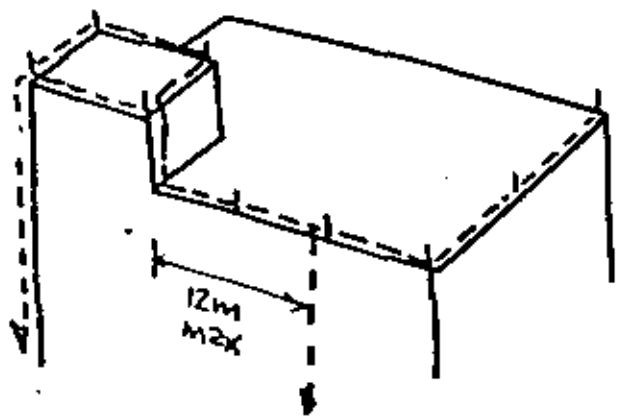
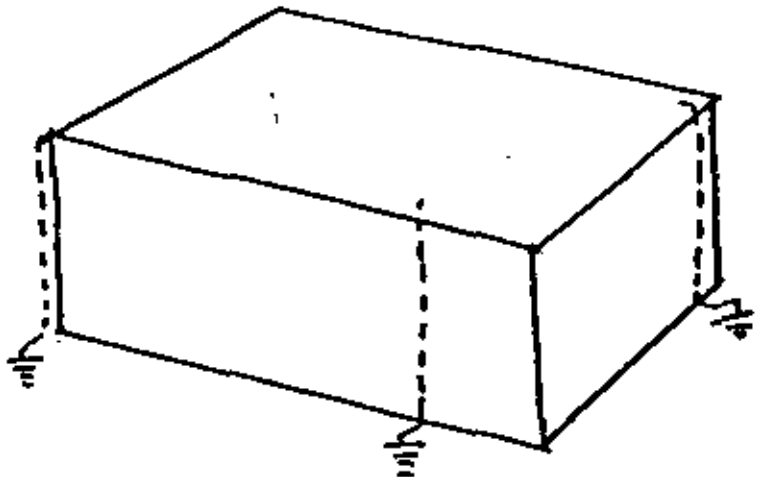
- VERTICALES.

CONECTAN RED HORIZONTAL A TIERRA

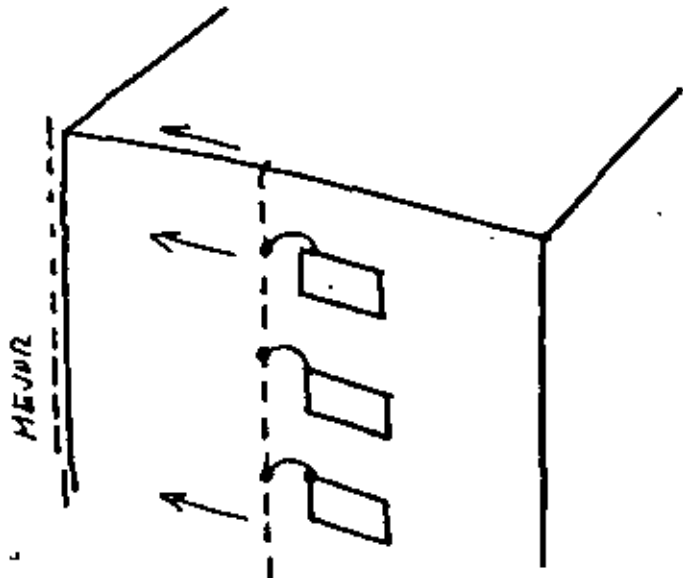
LOCALIZACION:

- CERCA UBICACION TIERRAS

- TRAYECTORIAS DIRECTAS



- UBICACION CUERPOS METALICOS



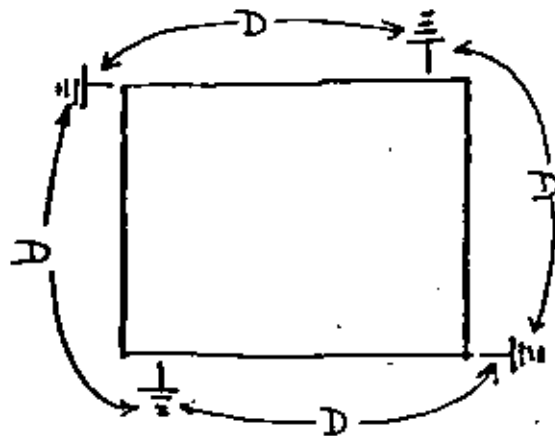
CONEXIONES A TIERRA

OBJETIVO:

- PERMITIR QUE LA CONCENTRACION DE CARGA PREVIA A LA DESCARGA, QUE OCURRE EN EL TERRENO, TENGA ACCESO A LOS CONDUCTORES VERTICALES PARA FLUIR HASTA LAS PUNTAS.
- DISIPAR LA CORRIENTE DE LA DESCARGA EN EL TERRENO.

CONDICIONES:

1) ESPACIAMIENTO UNIFORME

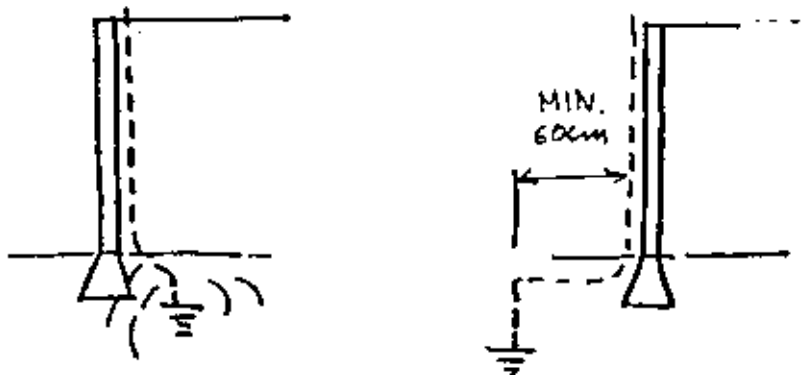


2) DISIPACION FACIL

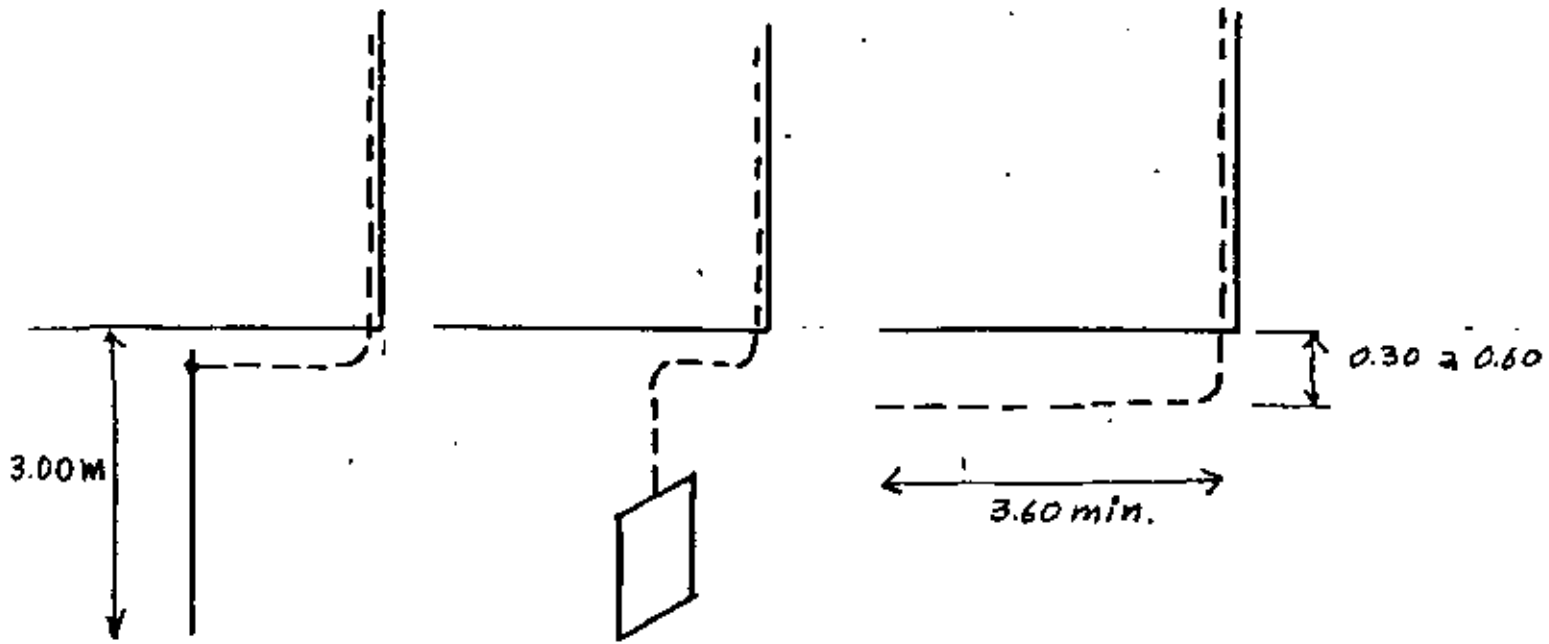
NECESARIO: BAJA RESISTENCIA EN CONEXION.

UL: 50Ω

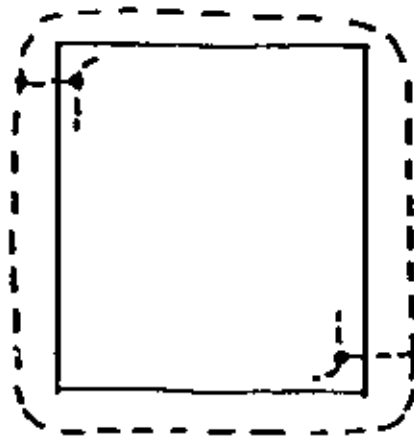
SIN OBSTACULOS CERCANOS:



MEDIOS de CONEXION a TIERRA:



CONDICIONES CRITICAS: →

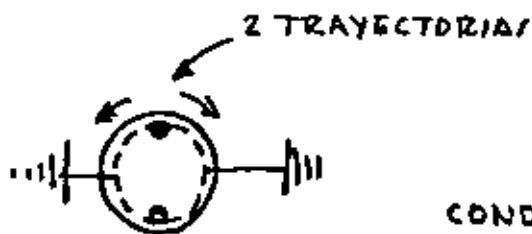


CANTIDAD y UBICACION TIERRAS

ES FUNCION DEL PERIMETRO PROTEGIDO

MINIMO → 2

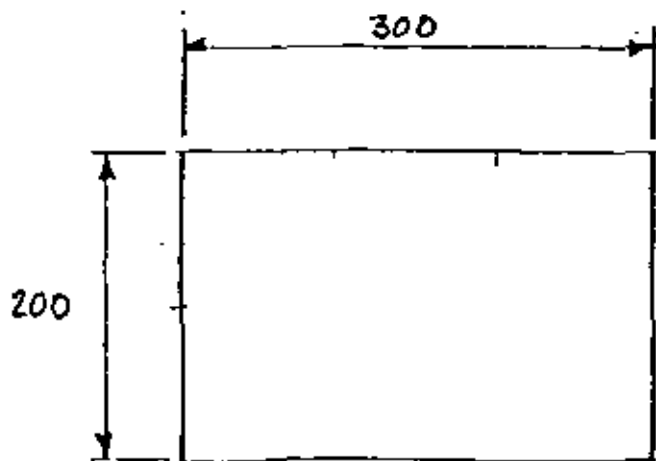
HASTA PERIMETRO DE 75 m.



CONDICION:
OPUESTAS

MAS DE 75 m: → 1 TIERRA ADICIONAL POR CADA 30 m EXTRAS DE PERIMETRO

EJEMPLO:-



$$\text{LONG: } 200 + 200 + 300 + 300 = 1000 \text{ m}$$

Nº TIERRAS:-

2 PARA 75 m.

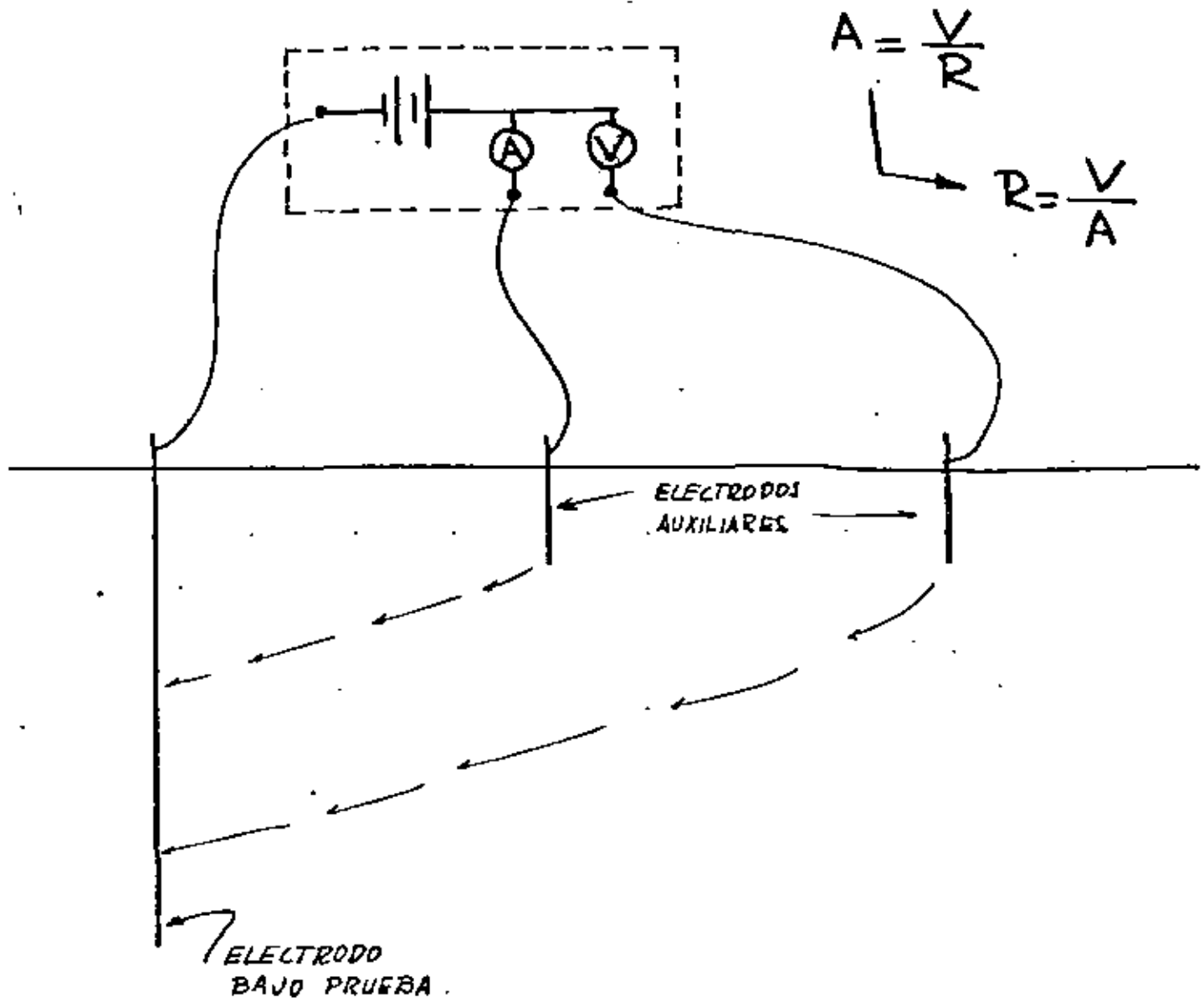
PARA EL RESTO:

$$31 = \frac{1000 - 75}{30}$$

33 TIERRAS

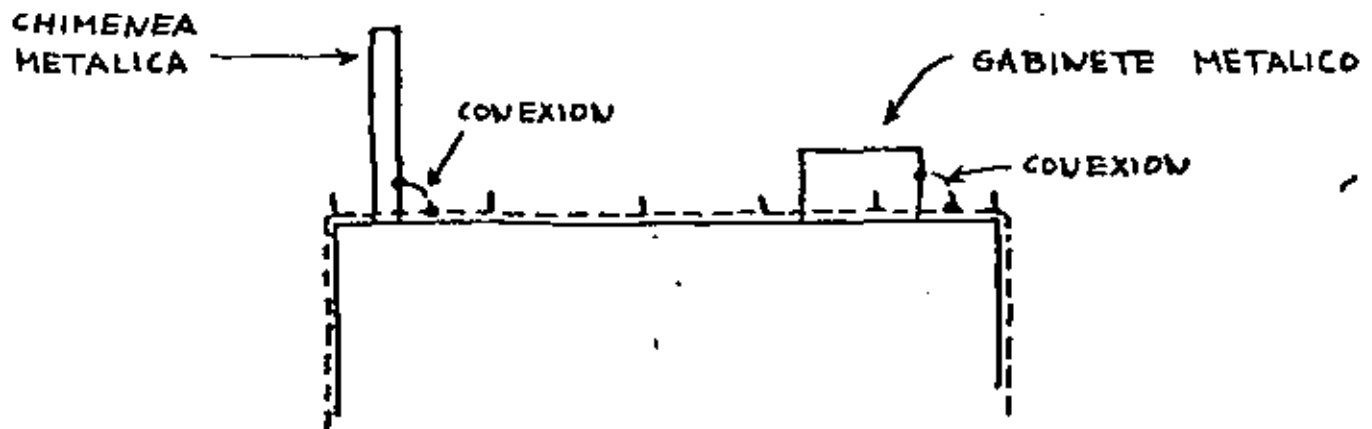
UNIFORMEMENTE
ESPACIADAS.

MEDICION RESISTENCIA a TIERRA

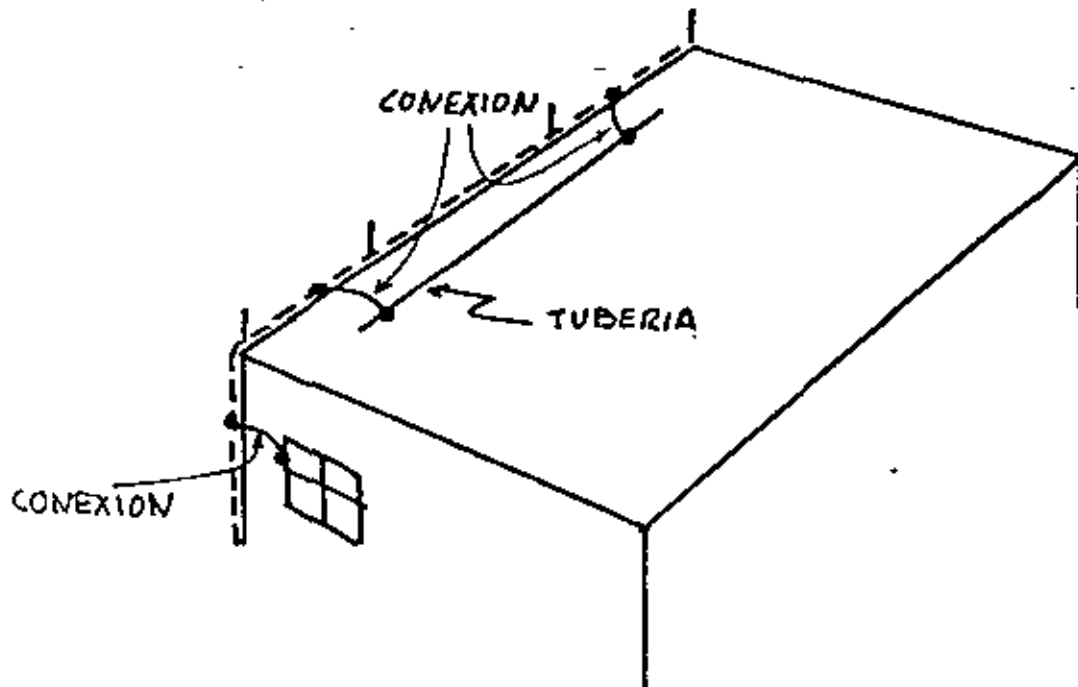


CONEXIONES ADICIONALES

-) CUERPOS METALICOS QUE PUEBAN RECIBIR UNA DESCARGA DIRECTA.



-) CUERPOS METALICOS CERCANOS AL SISTEMA (MENOS DE 1.80m) EN LOS QUE, AL CIRCULAR UNA CORRIENTE POR ÉSTE, SE ORIGINE EN ELLOS UNA ΔV INDUCIDA QUE PUEDA MOTIVAR UNA "DESCARGA LATERAL".



INTERCONEXIONES

41

- CON SISTEMAS PUESTOS A TIERRA

- ELECTRICOS
- COMUNICACIONES
- TUBERIAS

AGUA
GASES

CONDICION: ELECTRODOS INDEPENDIENTES

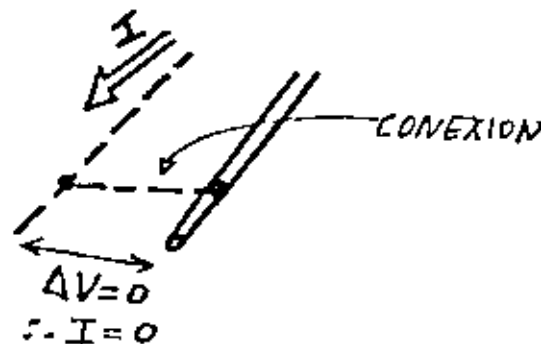
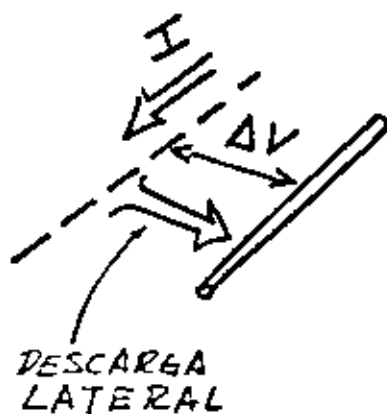
INSTALACIONES ELECTRICAS:

ROIE ART-

OBJETIVO:

MISMO POTENCIAL A TIERRA

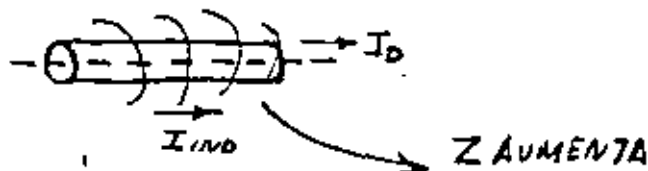
ANULAR POSIBILIDAD DESCARGA LATERAL



SISTEMAS de INSTALACION

42

- APARENTE (PREFERIBLE)
- OCULTO (DUCTOS NO METALICOS)



- ESTRUCTURALES

CONDUCTIVIDAD TOTAL GARANTIZADA

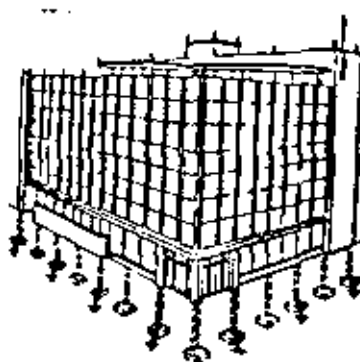


Fig. 2. Steel building: Steel framing in tall buildings should be connected to air terminals. This type of structure requires special lightning protection.

MATERIALES

DENTRO NORMAS ESPECIFICAS "U.L."

TIPO DE CONDUCTOR: FUNCION DE ALTURA

DE 22.86m (75') EN ADELANTE, MAYOR CALIBRE

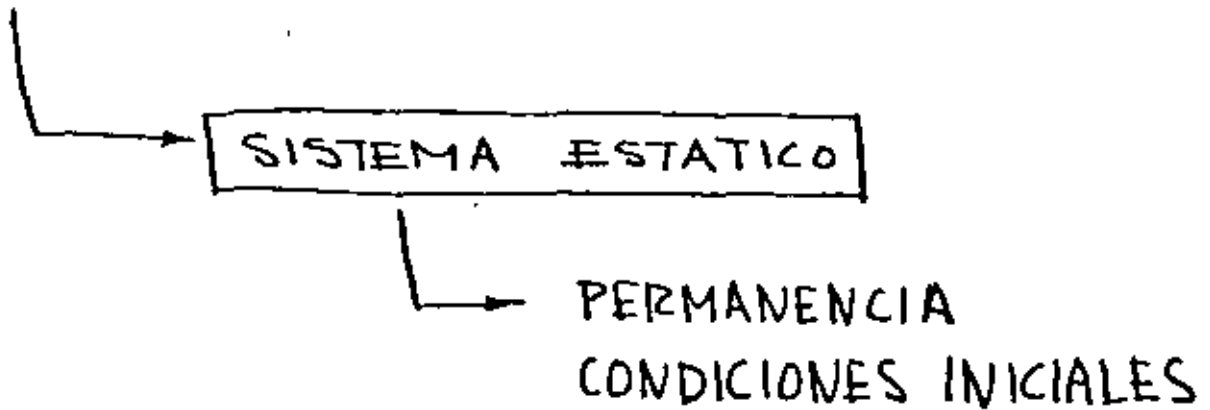
INSTALACION DEL SISTEMA



OPERACIONES A DESARROLLAR:

- I) LOCALIZACION PUNTAS {
 - h = +0.25
 - SEP. PERIM = 0.60'
 - SEP. % PTAS = 6.00
- II) FIJACION CONDUCTORES Y PUNTAS → RESISTENTE A AMBIENTE
- III) RECORRIDO CONDUCTORES → TRAYECTORIA DIRECTA
- IV) FIJACION CONDUCTORES {
 - TENSADO
 - SEPARACION
 - RESISTENCIA al AMBIENTE
 → CAMBIOS DIRECCION
 LOCALIZACION OUV. TIERRAS
 PROTECCION VS DAÑO MECANICO
- V) CONEXIONES → • MINIMAS • MECANICAS O FUNDIDAS (NO SOLDADURA)
- VI) POSICION ELECTRODOS TIERRA = {
 - DISTRIBUCION UNIFORME
 - FUERA CIMENTACION
 - TERRENO BAJA RESISTENCIA
- VII) INSTALACION ELECTRODOS:
 - BUEN CONTACTO
 - MEDIO P/ PRUEBA
- VIII) CONEXIONES ADICIONALES ANALISIS: {
 - ELEMENTOS ALTOS
 - ELEMENTOS CERLANOS
- IX) PRUEBAS:-
 - CONTINUIDAD
 - RIGIDEZ MECANICA
 - RESISTENCIA A TIERRA

MANTENIMIENTO



REVISIÓN PERIÓDICA (MÍN. ANUAL)

- 1) MODIFICACIONES ARQUITECTÓNICAS AZOTEA
- 2) CONEXIÓN ELEMENTOS METÁLICOS QUE SE HAYAN AUMENTADO
- 3) CONTINUIDAD ELÉCTRICA
- 4) MEDICIÓN RESISTENCIA a TIERRA.
- 5) RIGIDEZ MECÁNICA.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DECISION DE INSTALAR

EVITAR DAÑOS { DIRECTOS (INCENDIOS, LESIONES, MUERTE...)
INDIRECTOS (INTERRUPCION SERVICIOS, PRODUCCION).

CRITERIO DECISION :-

FUNDAMENTAL PARA UN SISTEMA DE
-PROTECCION

--- "TENERLO Y NO NECESITARLO
-QUE NECESITARLO Y NO TENERLO" ---

FACTORES SUGERIDOS POR NFPA:

- ① FRECUENCIA DE TORMENTAS EN LA ZONA
- ② VALOR Y NATURALEZA DEL EDIFICIO Y SU CONTENIDO
- ③ RIESGO A LAS PERSONAS QUE LO OCUPAN
- ④ EXPOSICION RELATIVA
- ⑤ PERDIDAS INDIRECTAS .



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS
(EN COLABORACION CON EL INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD VERACRUZANA)

- ELEMENTOS GENERALES
- CARACTERISTICAS GENERALES

ING. IGNACIO GONZALEZ
15-16 OCTUBRE, 1982

1. 1

2. 1

3. 1

4. 1

5. 1

6. 1

7. 1

8. 1

9. 1

10. 1

11. 1

12. 1

13. 1

14. 1

15. 1
16. 1
17. 1
18. 1
19. 1
20. 1
21. 1
22. 1
23. 1
24. 1
25. 1
26. 1
27. 1
28. 1
29. 1
30. 1
31. 1
32. 1
33. 1
34. 1
35. 1
36. 1
37. 1
38. 1
39. 1
40. 1
41. 1
42. 1
43. 1
44. 1
45. 1
46. 1
47. 1
48. 1
49. 1
50. 1
51. 1
52. 1
53. 1
54. 1
55. 1
56. 1
57. 1
58. 1
59. 1
60. 1
61. 1
62. 1
63. 1
64. 1
65. 1
66. 1
67. 1
68. 1
69. 1
70. 1
71. 1
72. 1
73. 1
74. 1
75. 1
76. 1
77. 1
78. 1
79. 1
80. 1
81. 1
82. 1
83. 1
84. 1
85. 1
86. 1
87. 1
88. 1
89. 1
90. 1
91. 1
92. 1
93. 1
94. 1
95. 1
96. 1
97. 1
98. 1
99. 1
100. 1

INSTALACIONES
ELECTRICAS
PARA
EDIFICIOS

OBJETIVO:

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

INSTALACION

ELECTRICA :

- CONJUNTO DE :-

- APARATOS
- CONDUCTORES
- ACCESORIOS

- DESTINADOS PARA :-

- PRODUCCION (GENERACION)
- DISTRIBUCION
- UTILIZACION

DE :

ENERGIA ELECTRICA

FACTORES a CONSIDERAR:

- CONVENIENCIA
- CAPACIDAD
- REGULACION
- ACCESIBILIDAD
- FLEXIBILIDAD
- SEGURIDAD

CONVENIENCIA

- CONGRUENTE CON EL SISTEMA
DE ABASTECIMIENTO

- CONGRUENTE CON EL EQUIPO
STANDARD EN MERCADO

CAPACIDAD

$$I_{\text{DISEÑO}} \geq I_{\text{REGIMEN}}$$

+

RESERVA

REGULACION

EN CADA PUNTO :-

CANTIDAD DE ENERGIA NECESARIA
AL ~~VOLTAJE~~ REQUERIDO
TENSION.

CONSIDERA :

LOCALIZACION DE LAS CARGAS → LONGITUD DE CONDUCTORES

↓
SECCION DE CONDUCTORES

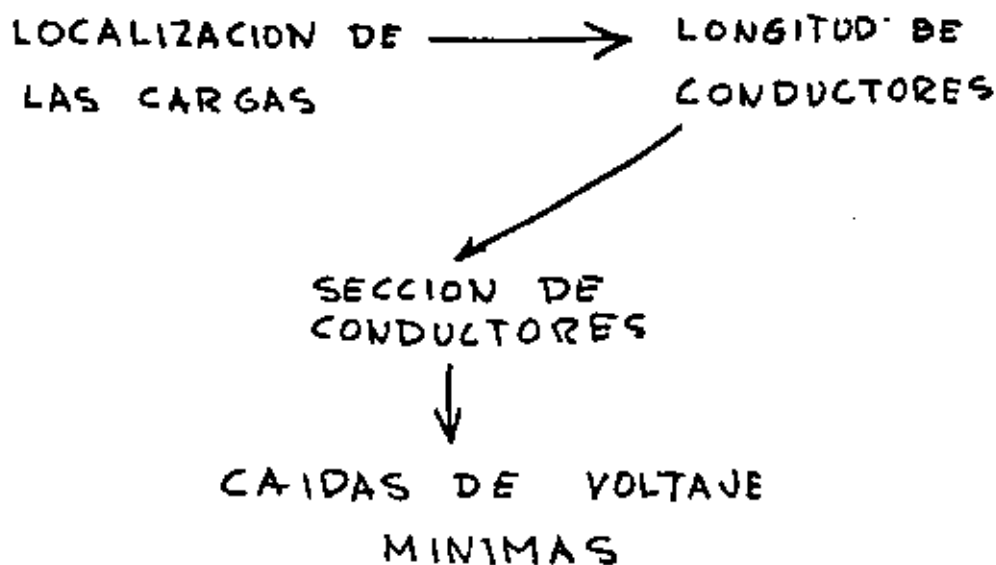
↓
..CAIDAS DE VOLTAJE
MINIMAS

REGULACION

EN CADA PUNTO :-

CANTIDAD DE ENERGIA NECESARIA
AL VOLTAGE REQUERIDO

CONSIDERA :



ACCESIBILIDAD

PARA :

- INSTALACION
- OPERACION
- MANTENIMIENTO
- AMPLIACIONES
FUTURAS.

FLEXIBILIDAD

PREVISION



CAMBIOS

+ OPERACION

+ LOCALIZACION

SEGURIDAD

PARA :

+ PERSONAL

- EN OPERACION
- EN MANTENIMIENTO
- EN INSTALACION.

+ EQUIPO

- EN OPERACION
- EN FALLAS

CONDICION MINIMA



COMPLIR

REGLAMENTACION

REGLAMENTACION

ESTABLECE -

CONTROL SOBRE:-

- + COMO DEBEN HACERSE LAS I.E. → METODOS
Y
SISTEMAS.
- + CON QUE DEBEN HACERSE LAS I.E → MATERIALES.
- + QUIENES DEBEN PROYECTAR, CONSTRUIR,
Y OPERAR LAS I.E → PERSONAS.

INSTRUMENTO: "LEY DEL SERVICIO PUBLICO
DE ENERGIA ELECTRICA"

DIARIO OFICIAL - XII-22-1975

AUTORIDAD:- SECRETARIA de PATRIMONIO y
FOMENTO INDUSTRIAL :- (SEPAFIN)
- DIRECCION GRAL de ENERGIA :-
- SUB-DIRECCION GRAL de
ELECTRICIDAD.

(SDGE)

METODOS y SISTEMAS

"REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS" y SUS "NORMAS TECNICAS"

• JUNIO 22 de 1981

• ANTECEDENTES :

• REGLAMENTO DE OBRAS e INSTALACIONES ELECTRICAS

• MARZO 31, 1950

• CODIGO NACIONAL ELECTRICO

• 1926

• BASADO EN NEC (USA)

• NEC

• 1ª EDICION 1897

• REVISION PERIODICA

• EN VIGOR → 1981

• PUBLICADO POR
"NATIONAL FIRE
PROTECTION ASSN"
- NFPA-70

• FUTURO :

• ACTUALIZACION FACIL (NORMAS, NO REG.)

• INTERACCION "COMITE CONSULTIVO de NTIE"

MATERIALES

REGISTRO "SEPAFIN" de los materiales
y equipos usados en
Las I.E.

OBLIGATORIO

(*) DIR. GRAL de NORMAS de
SEPAFIN.

PERSONAS

ART. 210 y SIGUIENTES del cap. XIX del
Reglamento de la ley
de la Industria Eléctrica.

ESTABLECE EL REGISTRO en la D.G.E
DE LAS PERSONAS AUTORIZADAS PARA:

PROYECTAR.

CONSTRUIR.

OPERAR.

Las I.E.

NECESIDAD DE USO DE ENERGIA ELECTRICA

RESPONSABLE PROYECTO

REGISTRO-SOGE

DEFINICION NECESIDADES

- ¿CARGAS? - ANALISIS CARGAS
- ¿CÓMO? - METODOS Y SISTEMAS
E.I.E.
N.T.I.E.
- ¿CÓMO? - SELECCION NATS. Y EOS
REGISTRO SEPAFIN

DETALLE DE CARGAS

DESARROLLO PROYECTO

SOLICITUD DE SERVICIO A CIA. DE SUMINISTRO (S.P.)

PAGO

PLANOS

MEMORIAS

ESPEC'S

CUMPLIR-REGLAMENTACION
- METODOS Y SISTEMAS ESPECIFICOS
- MATERIALES REGISTRADOS SEPAFIN
- FIRMA RESPONSABLE DE PROYECTO REG.- SOGE

ESTUDIO SOLICITUD

INSTALACION RECCION (SE)

PLANOS CONSTRUCTIVOS

RELACION MATERIALES Y EQUIPOS

PROYECTO TERMINADO

AVISO A SEPAFIN (5 DIAS)

REG. SOGE

RESPONSABLE CONSTRUCCION

- REV. PROYECTO
- SUPERVISION

INICIO OBRA

CONTROL CAMBIOS

TERMINO OBRA

PLANOS

CARTA RESPONSIVA

- DATOS PROYECTO
- RESPONSABLE
- FECHA
- CAPACIDAD INST
- GIRO
- DATOS REGISTRO RECP CONST

CONTROL SEPAFIN

SOLUCION SOLICITUD

AVISO A SEPAFIN (5 DIAS)

CFE ENVA A SEPAFIN RELACION CONTRATOS

PAGOS
- COOPERACION
- PENALTY COSTAS
- DEPOSITO 6TIA

CONTRATO

CLASIFICACION Y JERARQUIZACION SERVICIOS

OBRAS ALIMENTACION

CONEXION

SOLICITUD PROYECTOS ELECTRICOS

SERVICIO

ANALISIS PROYECTOS Y DICTAMEN

CUMPLIMIENTO CTE. REGLAMENTACION

USO SEGURO DE LA ENERGIA

NOTIFICACION USUARIO

PROGRAMA INSPECCION JERARQUIZADA

ORDEN DE

INSTALACION

ELECTRICA:

- CONJUNTO DE:

- APARATOS

- CONDUCTORES

- ACCESORIOS

- DESTINADOS PARA:

- PRODUCCION (GENERACION)

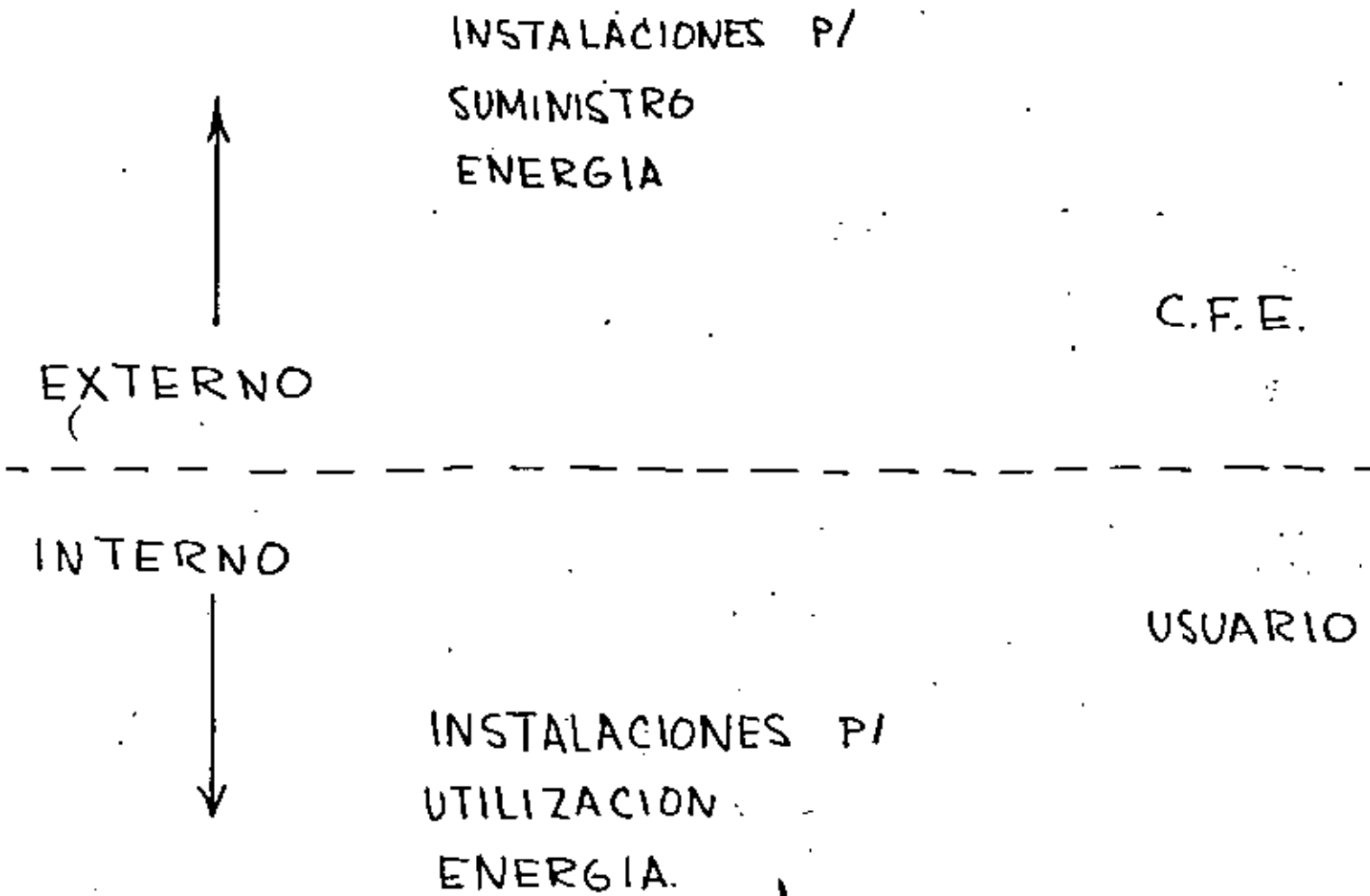
- DISTRIBUCION

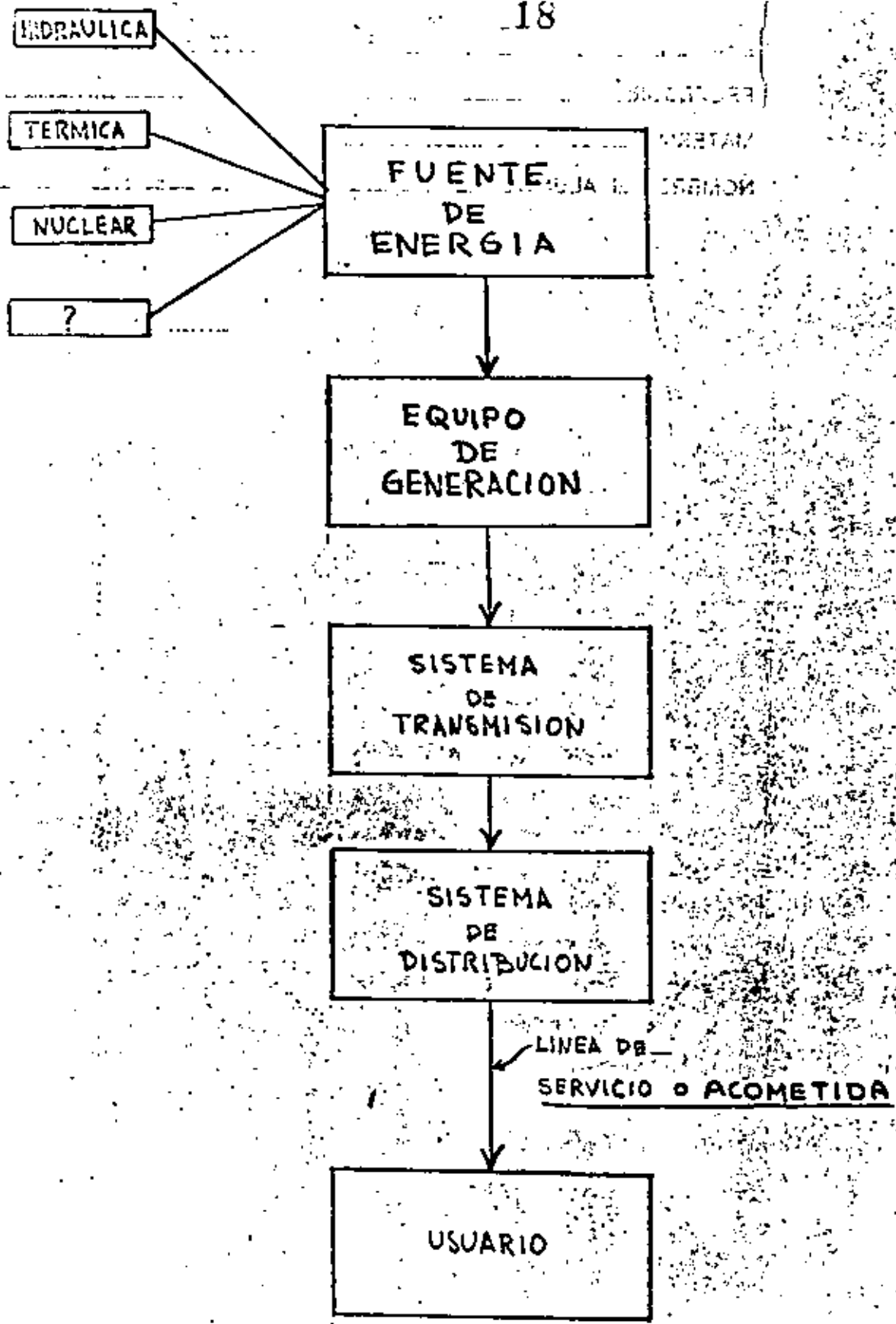
- UTILIZACION

DE:

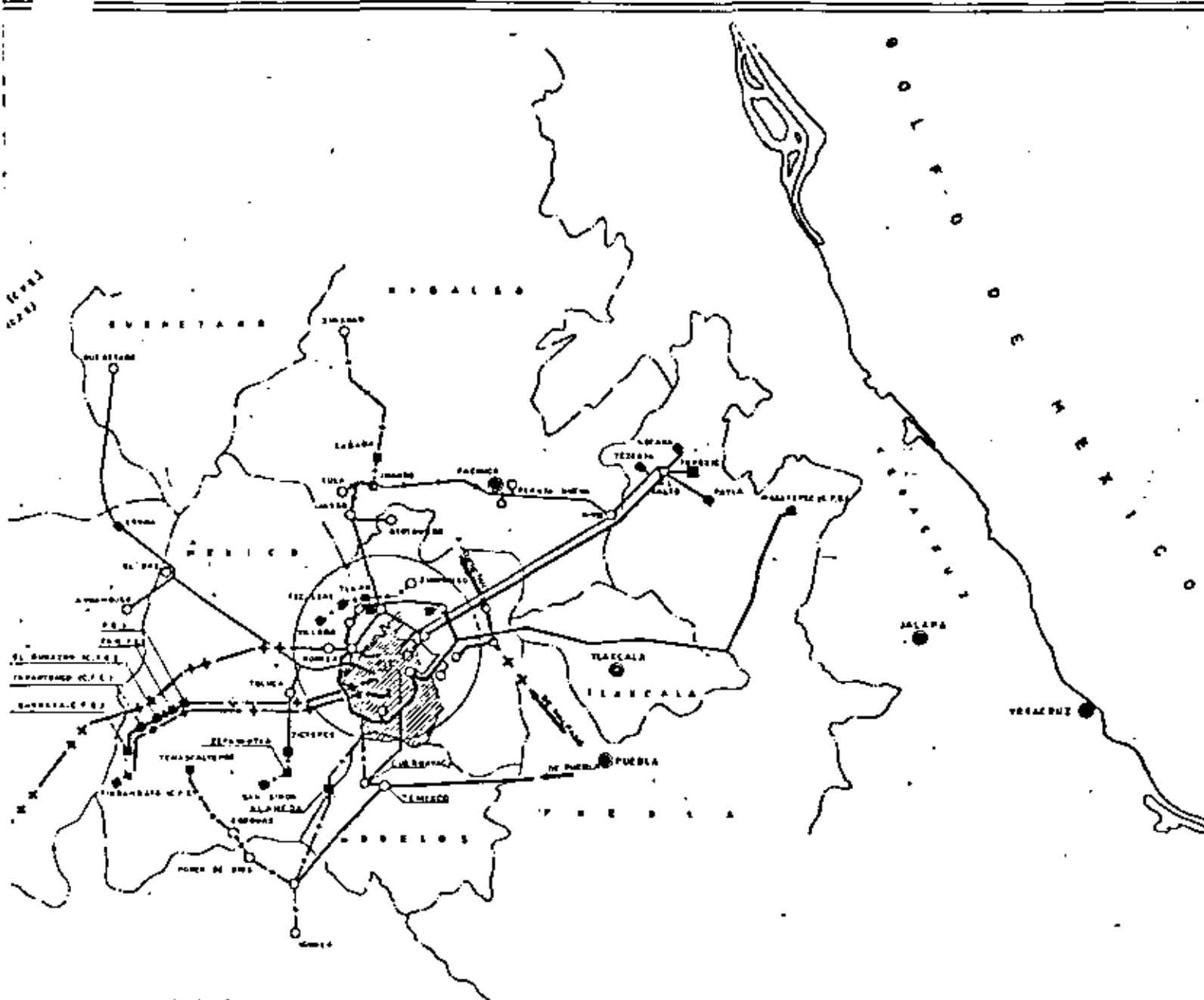
ENERGIA ELECTRICA

DIFERENTES PUNTOS DE VISTA DEL
CONCEPTO I.E. :-



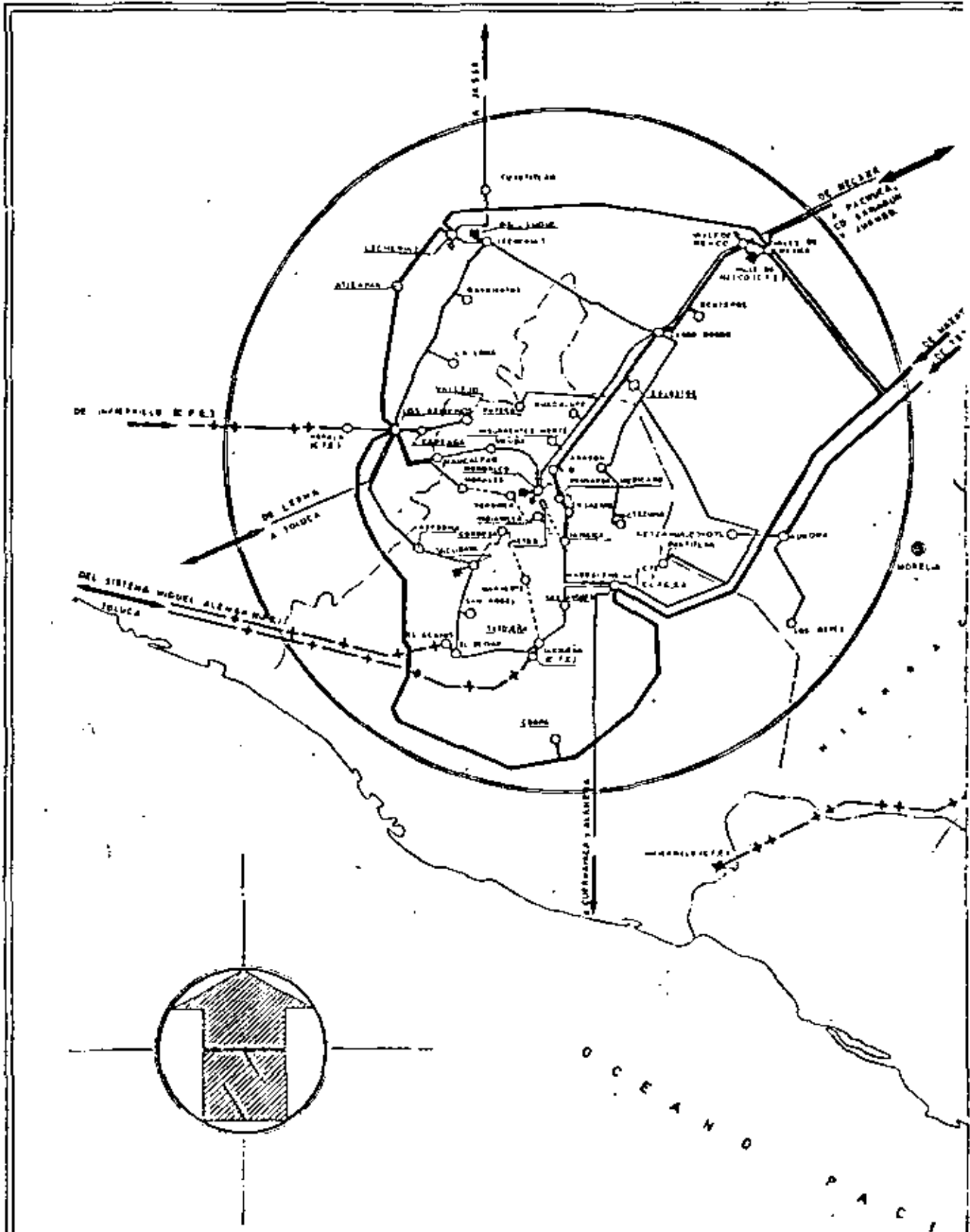


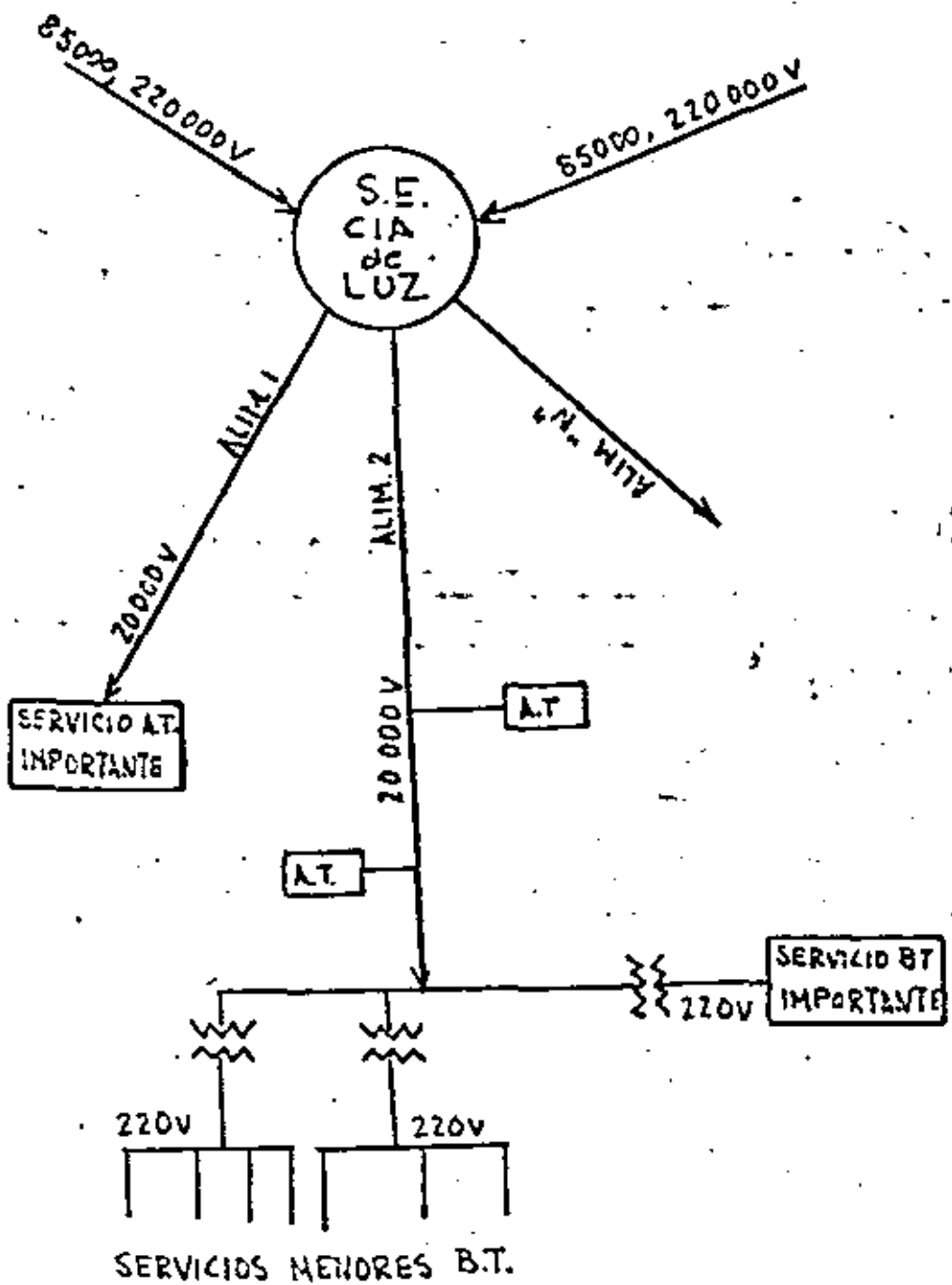
áfica de Plantas, Subestaciones y 19
 que dan servicio al Sistema Central

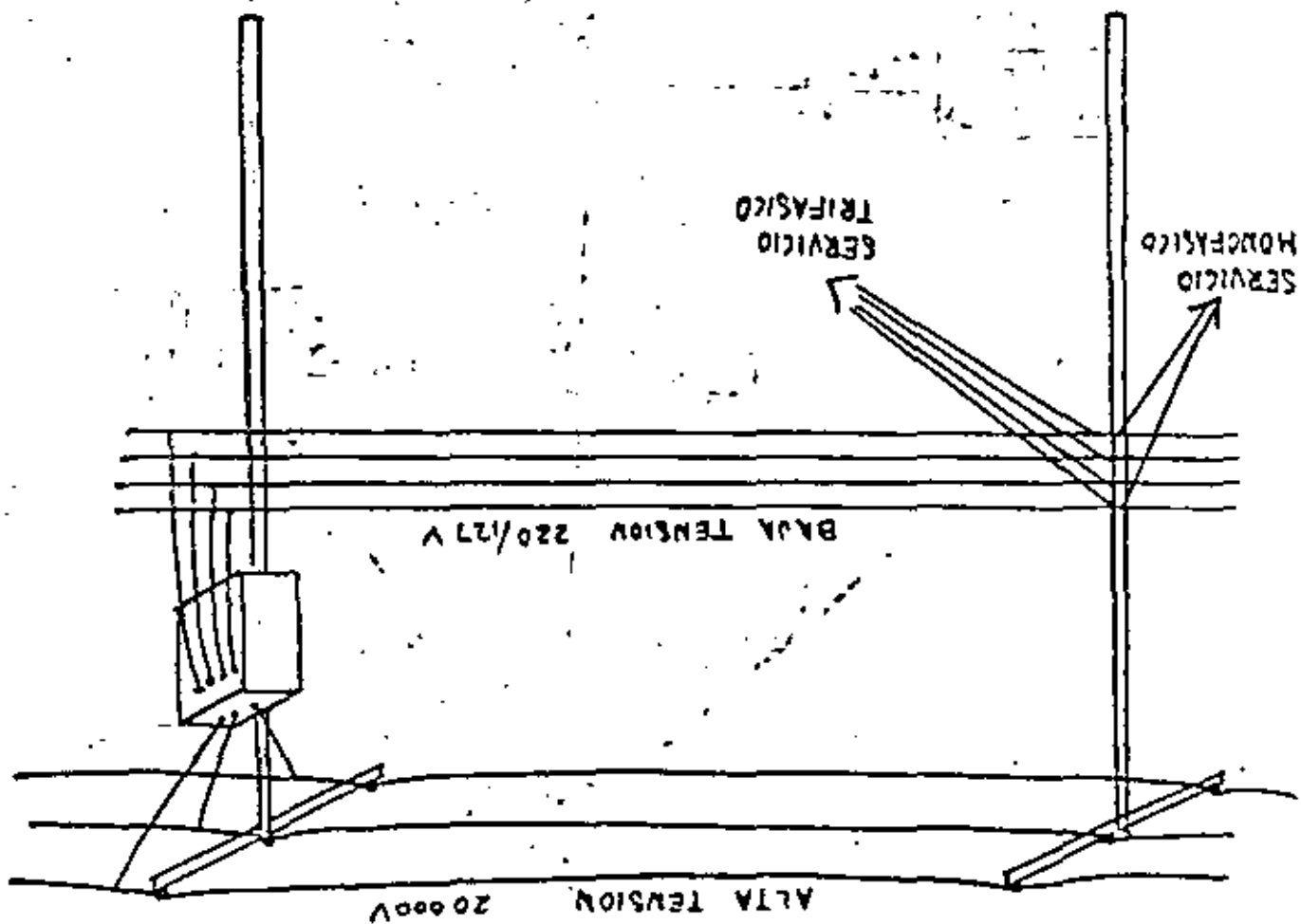


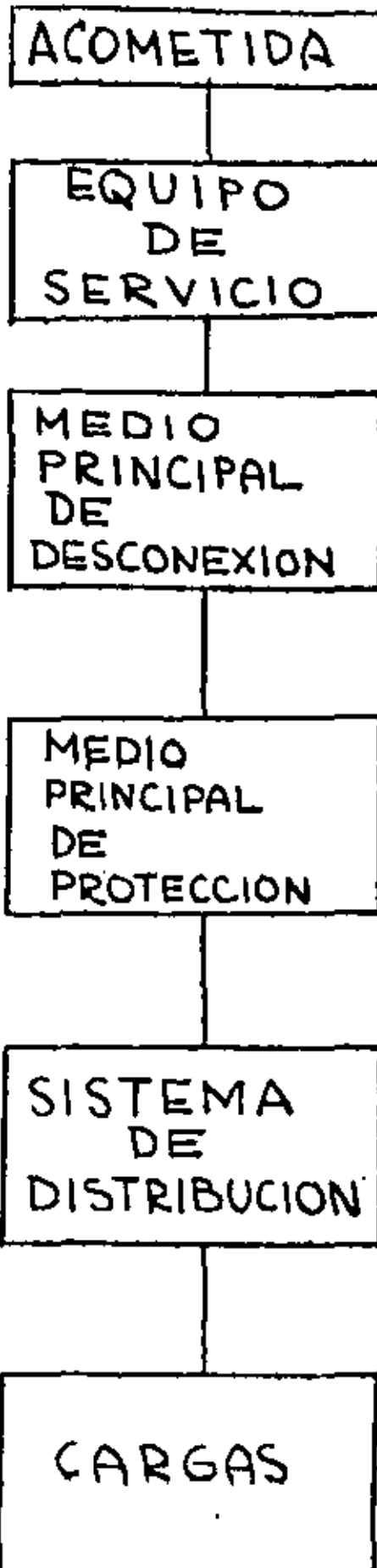
S I M B O L O S

- PLANTAS GENERADORAS
- △ PLANTAS GENERADORAS PARA PUNTA DE CARGA
- SUBESTACIONES
- CABLE SUBTERRANEO DE 66 KV
- ===== LINEA AEREA DE 110 KV.
- ===== LINEA AEREA DE 220 KV.
- LINEA AEREA DE 110 KV.
- LINEA AEREA DE 220 KV.
- CABLE SUBTERRANEO DE 66 KV
- LINEA AEREA DE MENOS DE 110 KV
- LIMITE DE ESTADOS









ACOMETIDA (LINEA de SERVICIO)

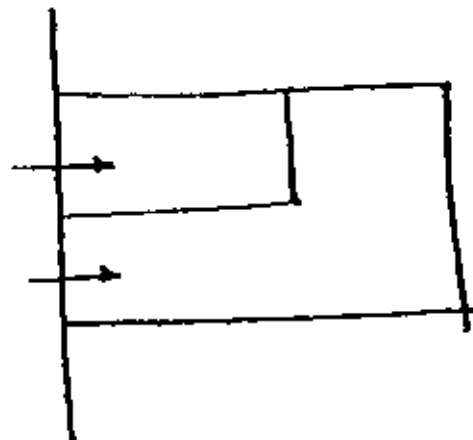
LOS CONDUCTORES QUE LIGAN LA RED DE DISTRIBUCION, DEL SISTEMA DE SUMINISTRO, CON EL PUNTO EN QUE SE CONECTA EL SERVICIO A LA INSTALACION DEL USUARIO. (NTIE-81-101).

ACOMETIDA

CARACTERISTICAS

(NTIE-81-201-2)

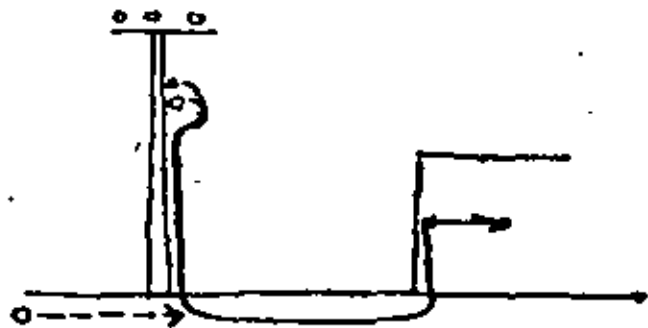
- UNA SOLA POR INMUEBLE
(Caso General)
↓
EXCEPCION:
• ACUERDO CON
• SEPAFIN
• CFB
- CANALIZACION EXCLUSIVA
- NO PASAR POR OTRO INMUEBLE
- ZONAS INDEPENDIENTES
(sin comunicacion)

(NTIE-81
-201-3)

ACOMETIDA

CLASIFICACION

- DE ACUERDO AL TIPO DE LINEA

• AEREA• SUBTERRANEA

- DE ACUERDO A LA TENSION

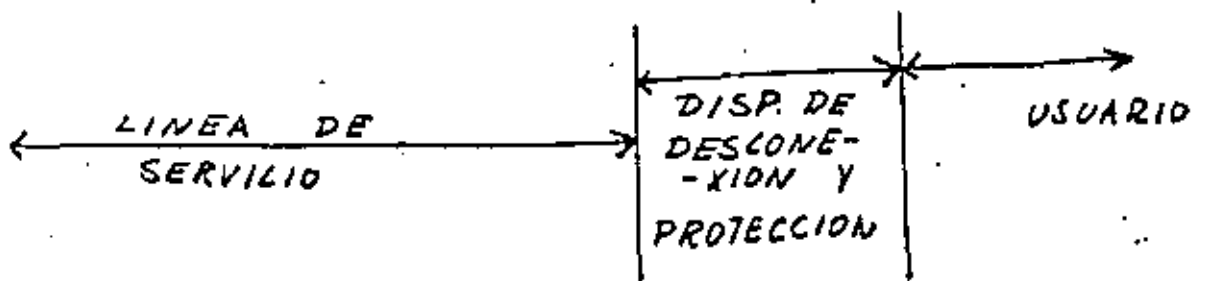
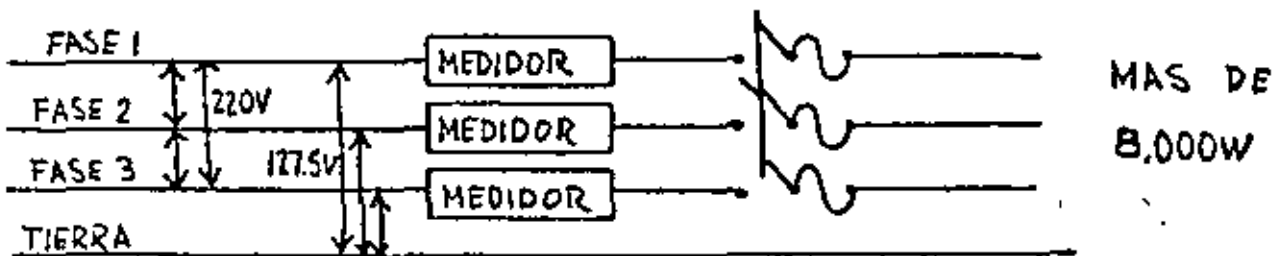
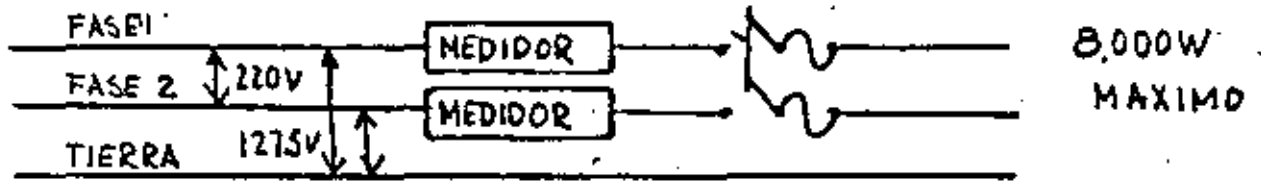
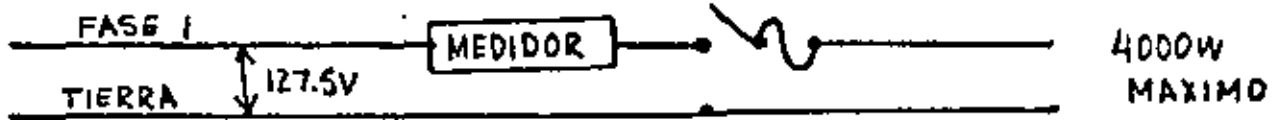
• BAJA TENSION

- 1 HC
- 2 HC
- 3 HC

• ALTA TENSION

- SERV. AT
- SERV. BT

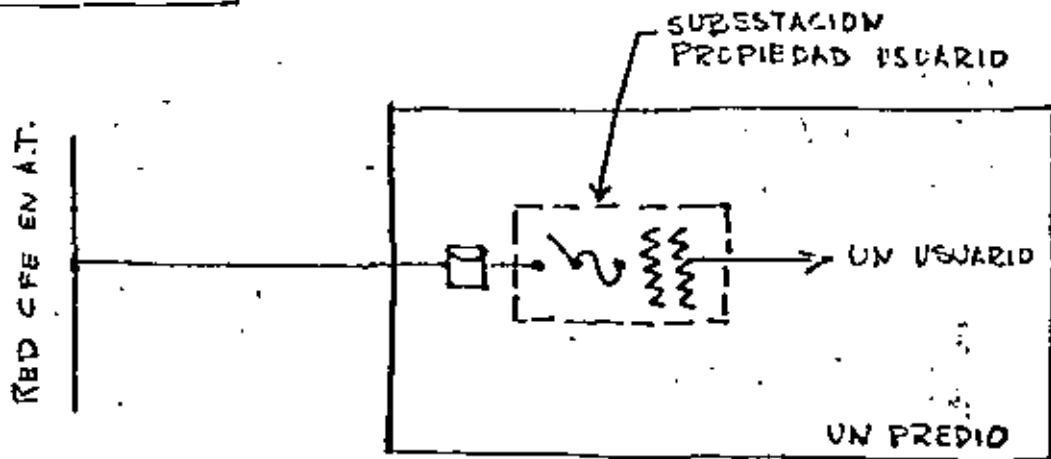
LINEA DE SERVICIO EN BAJA TENSION



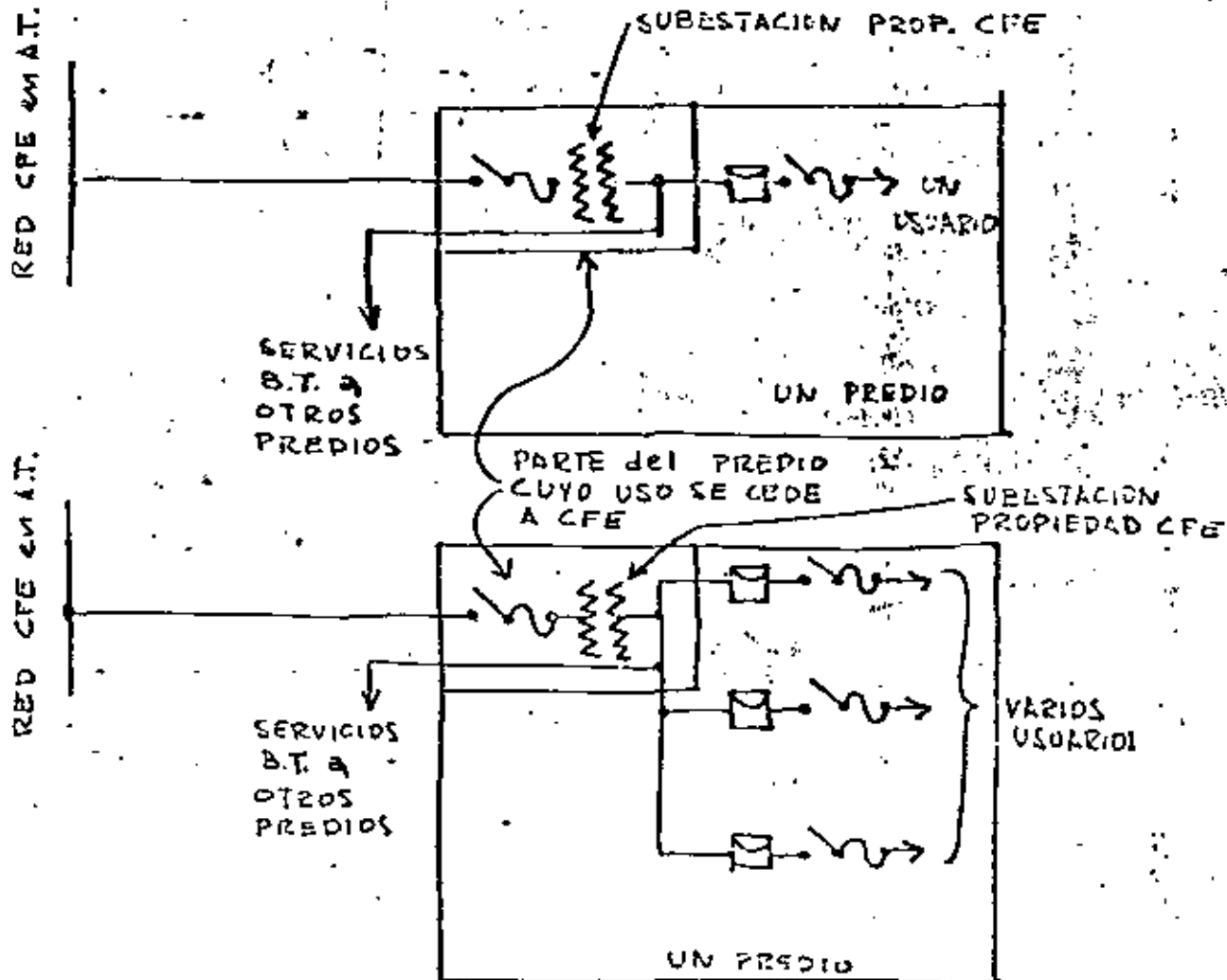
LINEA DE SERVICIO en A.T.

- 1) Para Servicio en Alta Tension.
- 2) Para Servicio en Baja Tension

1) SERVICIO en A.T.:-



2) SERVICIO en BT.



EQUIPO DE SERVICIO

CONJUNTO DE APARATOS, PROPIEDAD DEL ORGANISMO SUMINISTRADOR, O BAJO SU CUIDADO, NECESARIOS PARA EL ADECUADO SUMINISTRO DEL SERVICIO, TAL COMO EQUIPO DE MEDICION, TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO Y GABINETES QUE LO CONTIENEN, CUCHILLAS AUXILIARES, ETC., QUE SE ENCUENTRAN INSTALADOS EN EL EXTREMO DE LA ACOMETIDA MAS PROXIMO AL SERVICIO

(NTIE-81-101)

EQUIPO DEL SERVICIO

30

CARACTERISTICAS:

(NTIE-81-201-4)

• DEL LOCAL:

- FACIL ACCESO A PERSONAL CFE
- LIBRE DE MATERIAL FACILMENTE INFLAMABLE
- DIMENSIONES QUE PERMITAN
 - INSTALAR
 - OPERAR
 - MANTENER
 - RETIRAR

CON "FACILIDAD
Y
SEGURIDAD"

• DEL EQUIPO

- PARTES "VIVAS" PROTEGIDAS CON CUBIERTAS (salvo acceso restringido)
- GABINETES CONECTADOS A TIERRA.

DISPOSITIVO DE DESCONEXIONPRINCIPALNTIE-81-201-8

OBJETIVO:

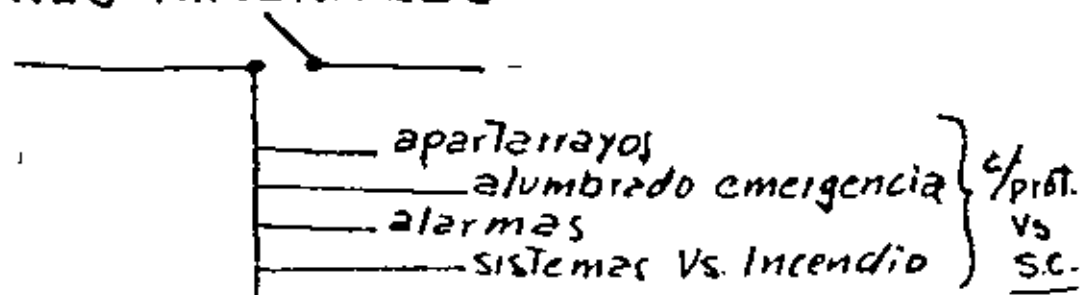
PODER INDEPENDIZAR

TOTALMENTE

A LA INSTALACION SERVIDA

CARACTERISTICAS:

- INSTALADO DESPUÉS DEL EQ. DEL SERVICIO
- ADECUADO A TENSION DE SUMINISTRO
- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA LA CARGA MAXIMA
- APERTURA SIMULTANEA Y MANUAL DE TODOS LOS CONDUCTORES ACTIVOS
- INDICACION DE POSICION CLARA.
- CONEXIONES ANTERIORES



DISPOSITIVO DEPROTECCION PRINCIPAL

(VS SOBRECORRIENTE).

NTIE-81-201-9

OBJETIVO:

DESCONECTAR AUTOMATICAMENTE A
 LA INSTALACION SERVIDA DE LA
 RED DE SUMINISTRO CUANDO
 OCURRE UNA SOBRECORRIENTE

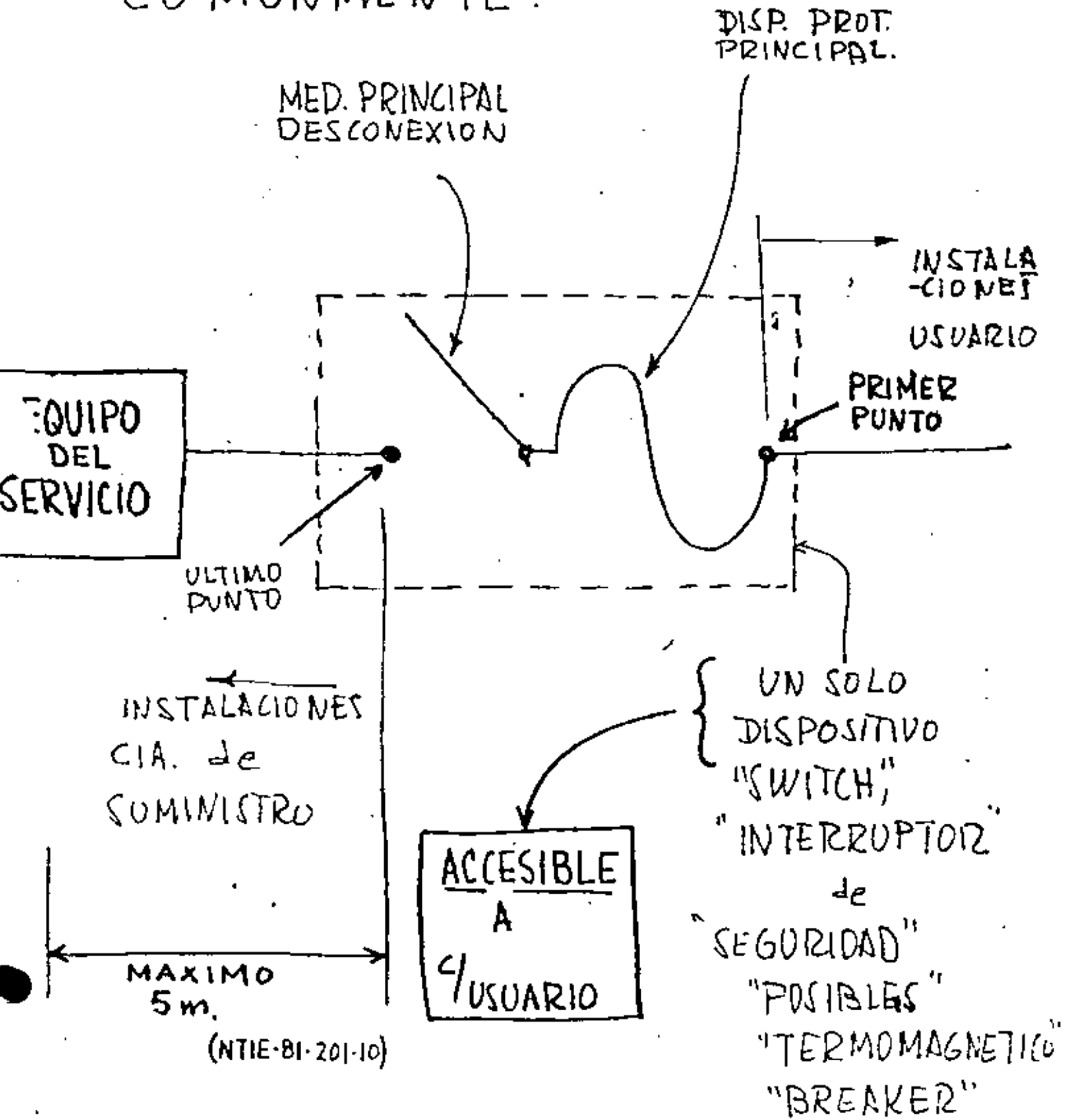
SOBRECORRIENTE :

$$I_{\text{CIRCULANTE}} > I_{\text{DISEÑO}}$$

CAPACIDAD INTERRUPTIVA

→ ADECUADA AL CORTO CIRCUITO MAXIMO
 POSIBLE

COMUNMENTE :





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS:
EN COLABORACION CON EL INSTITUTO DE INGENIERIA
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA

INSTALACIONES ESPECIALES

ING. PABLO ZAPIAN LECHUGA
22-23 OCTUBRE 1982

.....

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, habremos 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) Electroacústicas (sonorización)
- c) de Televisión en C. Cerrado
- d) de señalización

2.- Alarmas

- a) Contra Incendio
- b) Contra Robos.

1.- Instalaciones de Comunicación:

2

Consideraciones Generales

En primera instancia y de acuerdo con la dirección del -- proyecto, debe procederse a la definición de las necesidades presentes y futuras para todos los tipos de instalación que pueden intervenir, a fin de no incurrir en duplicidades u omisiones.

En muchos casos el estudio integral de necesidades, puede mostrar que es posible resolver conjuntamente las instalaciones de teléfonos e Intercomunicación ya que ambos -- en esencia son para Intercomunicación, y se diferencian solamente en que, las primeras, tradicionalmente se han -- conceptualizado como instalaciones para comunicación externa al edificio o unidad física y las segundas como instalaciones 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 interconectar sistemas de Intercomunicación Interna con electroacústicos 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 integralmente para cada caso específico y que en un futuro próximo deberemos tratar con sistemas centralizados y posiblemente computarizados.

En nuestro medio aún existe una gran resistencia a estas soluciones integrales, debido a la intervención casi obligada de diversas empresas proveedoras, constructoras, y -- operadoras de los sistemas que por razones de conveniencia o limitación técnica no facilitan las soluciones y en -- torpecen con normas rígidas la posibilidad de mejores soluciones. 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	Sup. M2.	COMUNICACIONES			ALARMAS			Obs.
		Ext.	Inter.	Sonfón	CCTV	Robo	Incand.	
1) Direc. Gral.	100	2I	1 VA	FM	Monit	si	si	
Secretaría	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 "distri - buidor", y de aquí se ramifica al o los edificios y - sale hacia el exterior para hacer el enlace corres - pondiente.
- 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. Los pozos 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 135 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 ductería, 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 capa 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 juntea la unión con mezcla de cemento.

La correcta alineación se verifica mediante los "bastones", cilindros de madera con regatones de metal de 87 mm. de diámetro y

30 cms. de longitud que tiene un bastón de madera de 1,35 m. de largo con un lope 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 (0.50 mm), en 10, 20, 30, 50, 70 y 100 pares.
- EKE** Con forro de polietileno negro, para uso en exteriores y de mismas características de construcción eléctrica que el EKI, pero también se construye en calibre 24 AWG (0.51 mm) en 150, 200 y 300 pares.
- EK'** 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 pueden 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 pala 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 ELECTROACÚSTICAS

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 (Vozes)
- III Ambos

De lo anterior se puede concluir que el sistema no requiere -- forzosamente Alta Fidelidad, por lo que es más 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 voces diferentes en cada zona, lo que obliga a prever amplificadores separados.

Cuando en cierta área se requieren ambos servicios, es importante decidir si el vozce 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 vozce.

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", caso 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 un 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, - esta 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 evitan 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.

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 voces.

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 m³
 K = Constante que varía:

- 5 para ruido ambiente bajo
 8 para ruido ambiente medio
 12 para ruido ambiente alto

Potencia por bocina: $\frac{P_1}{Núm. \text{ de bocinas}}$

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:

- P160 = 0.4 D Trompeta con radiación a 60°
 P60 = 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.

En cuanto al Núm. de trompetas a utilizar, se obtiene

$$N50 = \frac{F}{1.16 D} \quad \text{y} \quad N30 = \frac{F}{0.54 D}$$

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°, 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:

$$P_1 = 0.8 D$$

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° en ángulo horizontal y 40° 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 contrariando 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 heterogéneo para

admitir un control de volumen central. Esto se resuelve mediante la aplicación de controles de volumen, 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 la 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 en detrimento 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:

- R_p = Resistencia del potenciómetro en ohms.
 N_p = Número de potenciómetros.
 Z = Impedancia de salida del amplificador en ohms. (varía entre 90 y 120 ohms).

INSTALACIONES DE T.V. CIRCUITO CERRADO

Su diseño 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 montaje 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: Explen 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 esté 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 sinnúmero de elementos detectores de esa anomalía o falla, los que debidamente seleccionados y instalados 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.

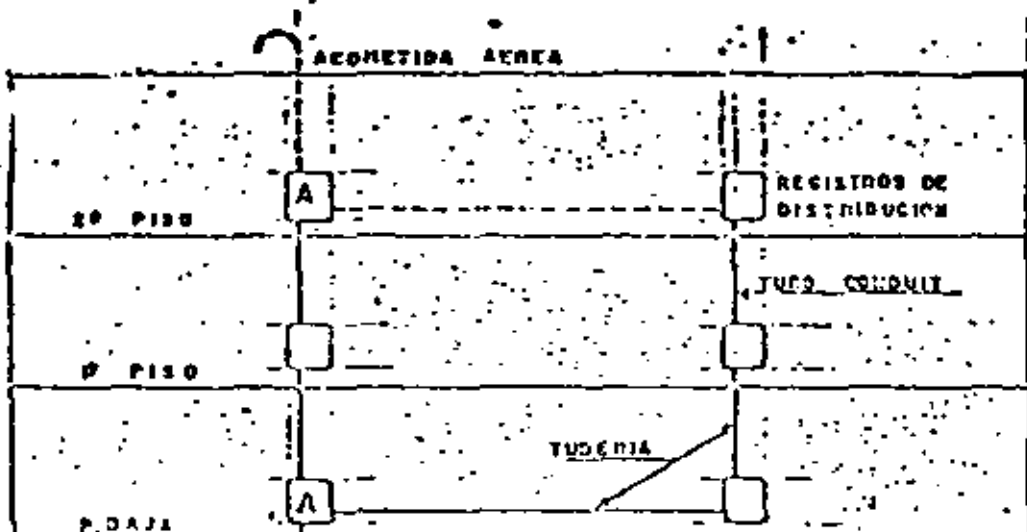
Los dispositivos detectores más usuales son:

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.



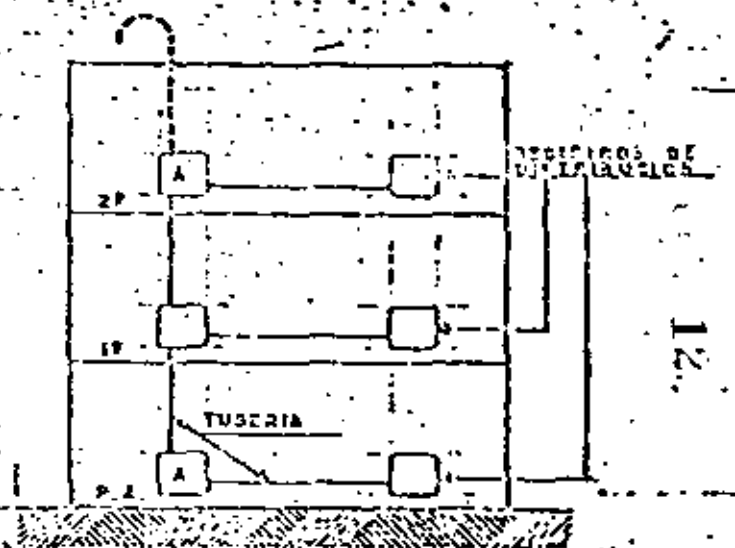
REG.
[FIG. 1ET-2]
DUCTO PARA ENLACE DE
ACOMETIDA SUBTERRANEA



DISPOSICION CORRECTA DE LA PERCHANTE EN DUCTOS
[FIG. 1ET-1]

CANALIZACIONES VERTICALES

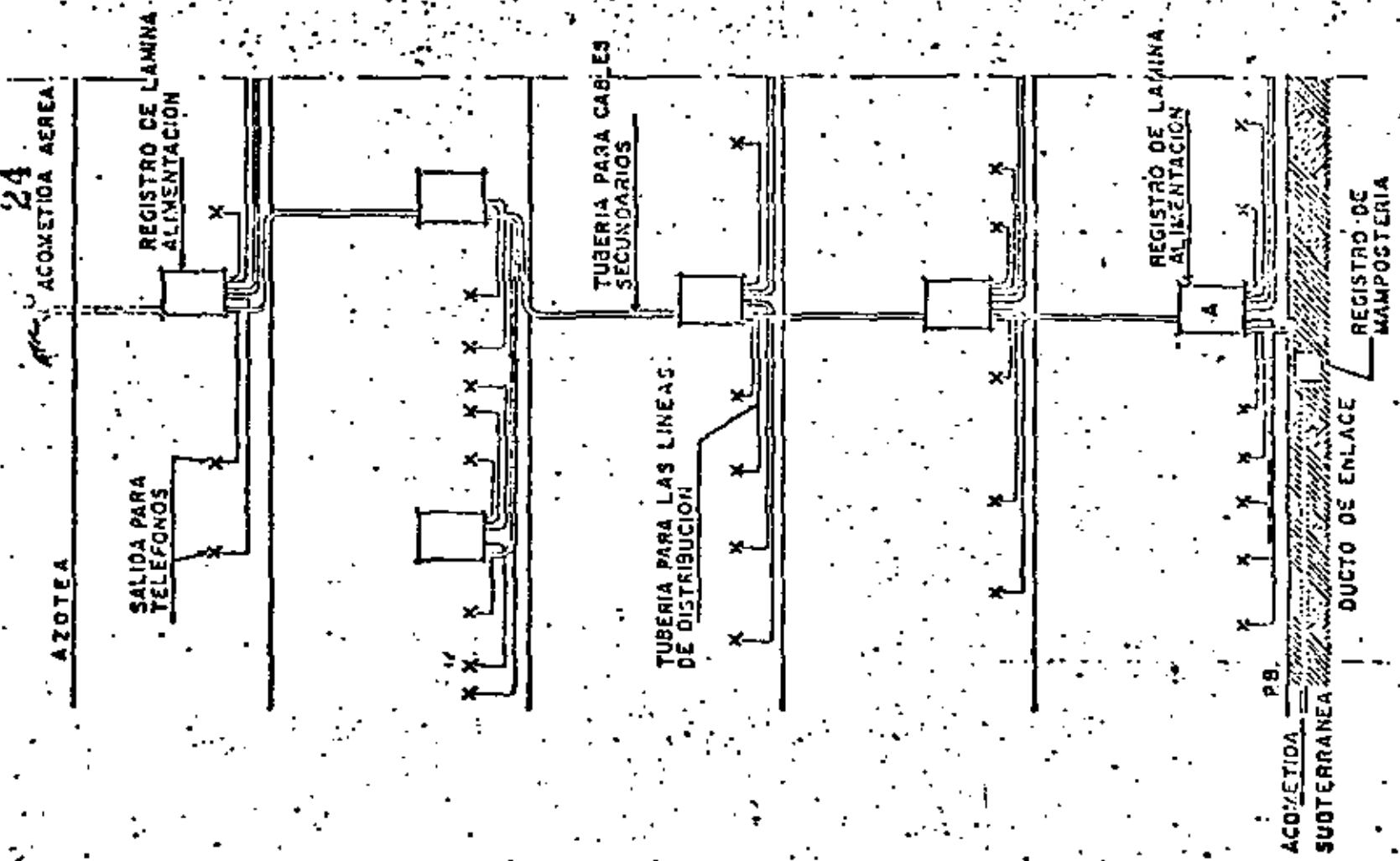
HP DE PARES	DIAMETRO DE TUERIA
19-20	25 MIL
40-50	32 "
70-80	33 "
100-150	40 "
200-300	75 "



[FIG. 2ET-3]

1 ET-1, 2
9-1

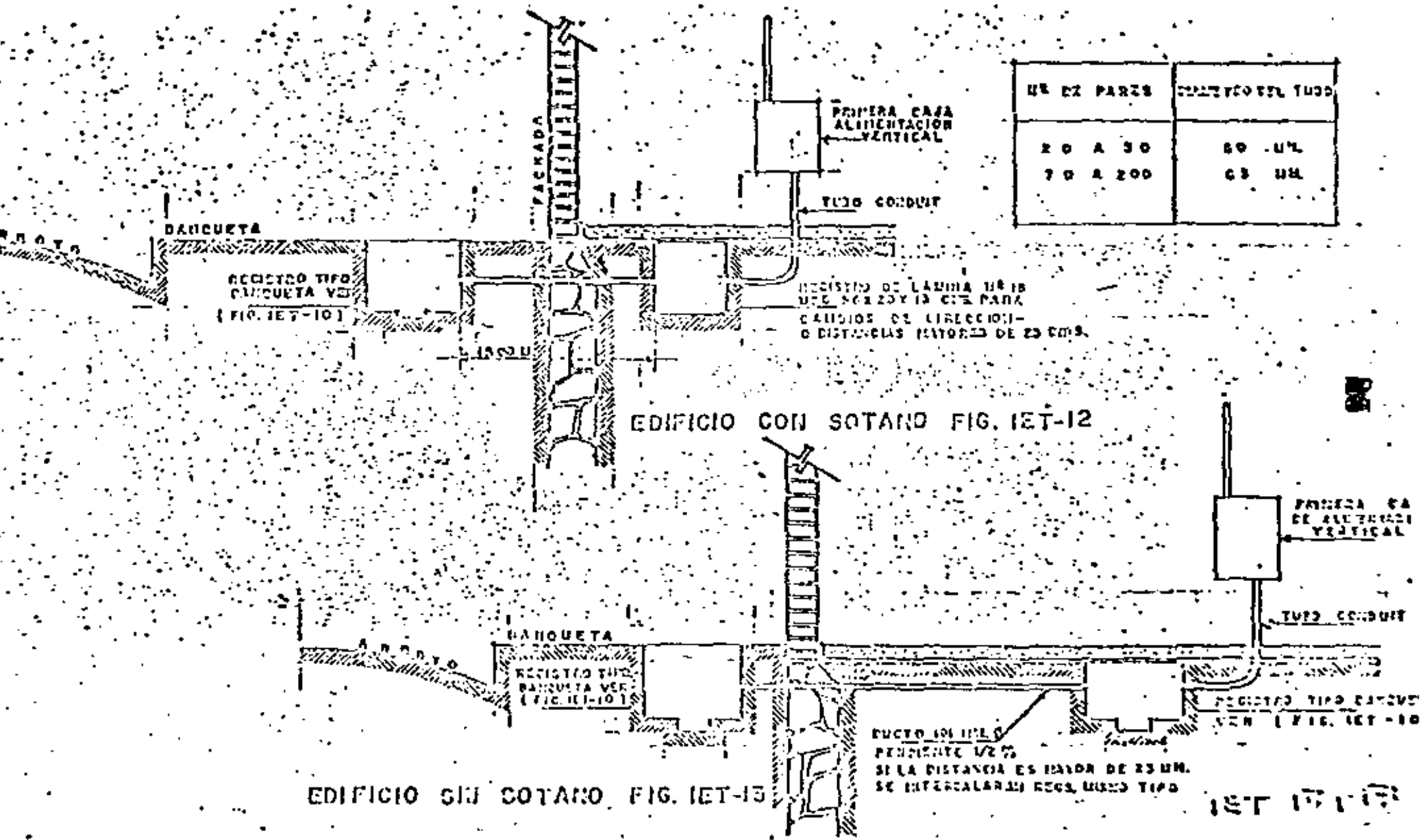
TUERNA Y REGISTROS PARA CABLES SECUNDARIOS - DIFERENTES FORMAS DE INSTALACION



* (FIG. 1ET-6)

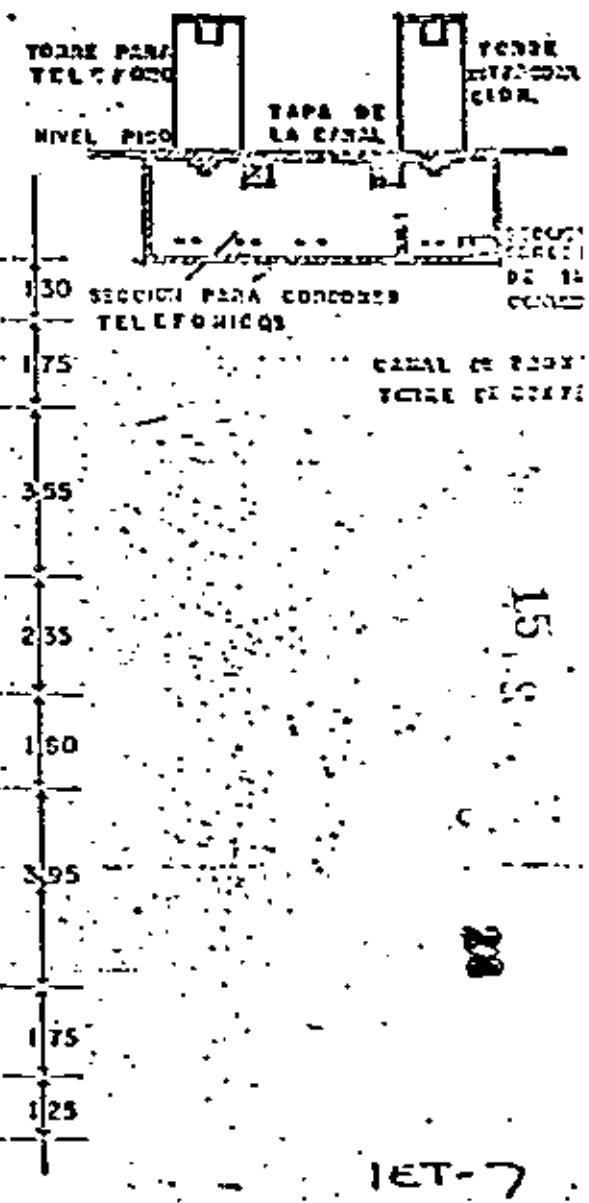
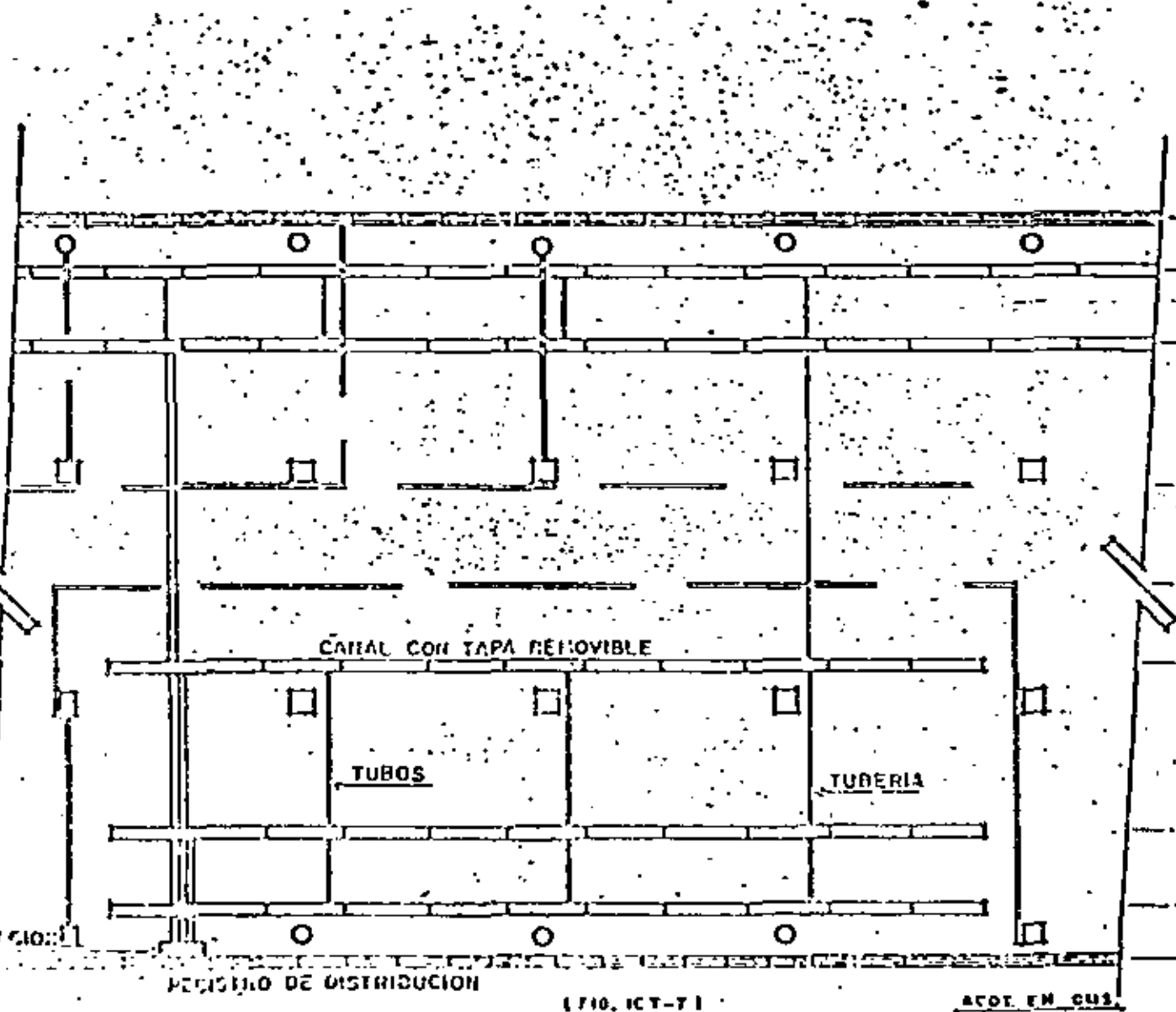
9-2

1ET-6



DETALLE DE ACOMETIDA TELEFONICA

9-3



PERCHERO DE DISTRIBUCION

(FIG. ICT-7)

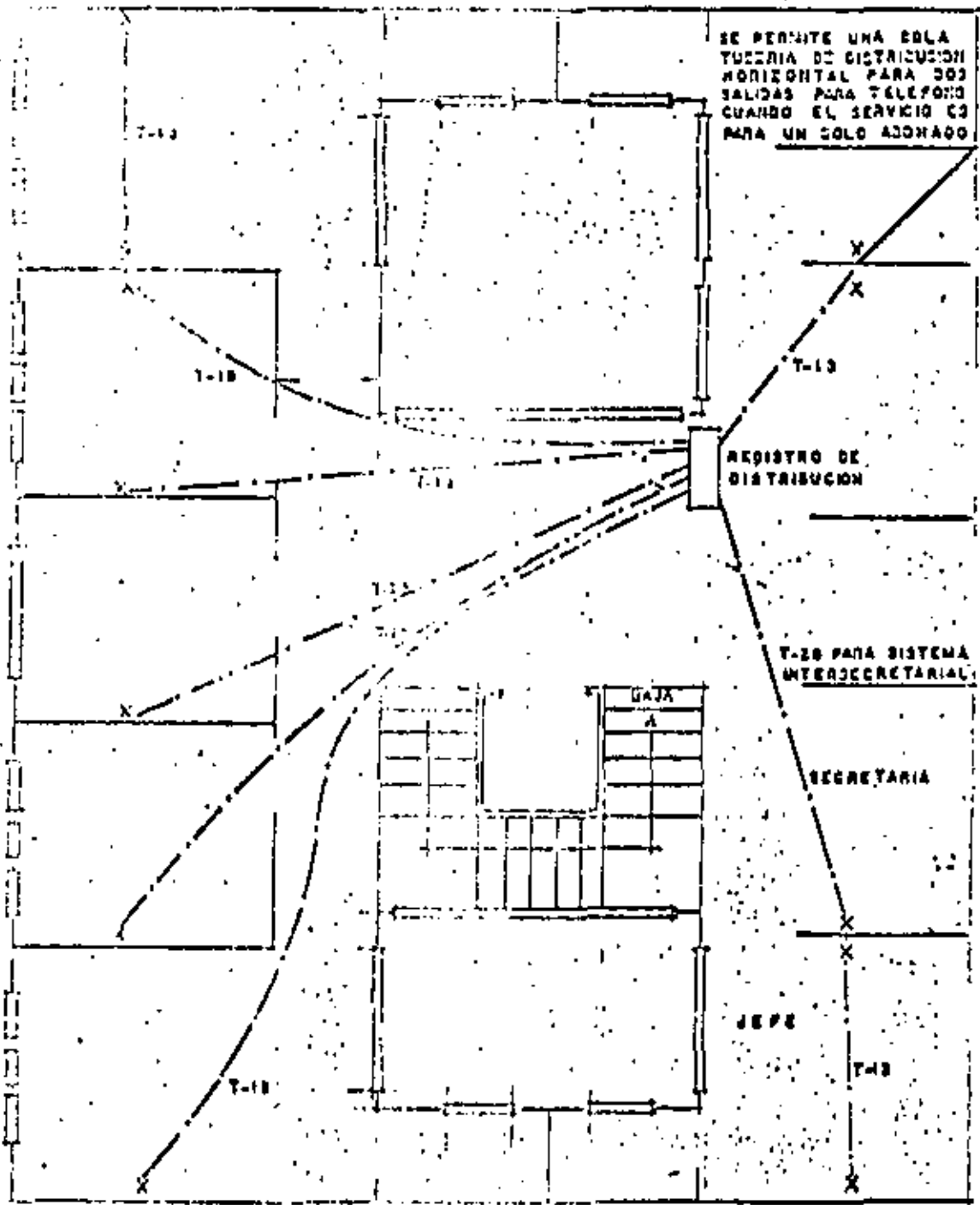
ACOT. EN CMS.

1ET-7

SISTEMAS DE CANALES PARA DISTRIBUCION HORIZONTAL

G-4

SE PERMITE UNA SOLA TUBERIA DE DISTRIBUCION HORIZONTAL PARA DOS SALIDAS PARA TELEFONO CUANDO EL SERVICIO ES PARA UN SOLO ADDONDO



SE PERMITE UNA SOLA
 TUBERIA DE DISTRIBUCION
 HORIZONTAL PARA DOS
 SALIDAS PARA TELEFONO
 CUANDO EL SERVICIO ES
 PARA UN SOLO ADDONDO

REGISTRO DE
 DISTRIBUCION

T-20 PARA SISTEMA
 INTERSECRETARIAL

SECRETARIA

JEFE

(FIG. 167-6)

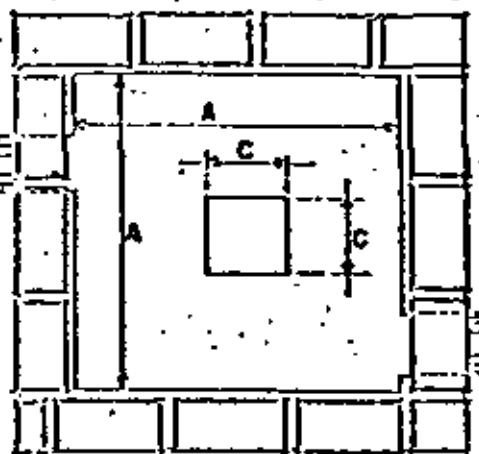
CANALIZACIONES HORIZONTALES

NO DE LINEAS	DIAMETRO DE TUBO
1 - 2	13 MM.
3 - 4	19 "
5 - 6	25 "
7 - 10	38 "

167.5

9-5

ALIMENTACION
TELEFONICA



PLANTA

REGISTRO	A	B [*]	C	D	SÍMBOLO
CHICO	600	600	200	130	☒ 1
GRANDE	800	800	200	150	☒ 2

* LA PROFUNDIDAD "B" PUEDE SER MAYOR DEBIDO A LA PENDIENTE DEL DUCTO DE ALIMENTACION

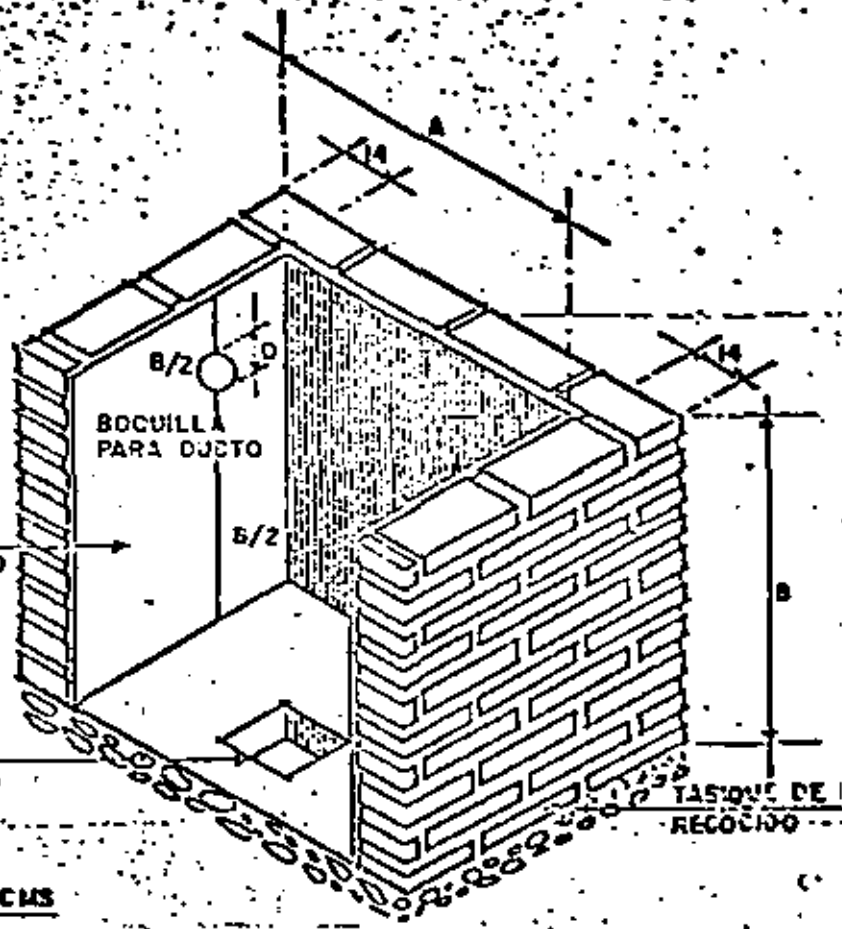
EL REGISTRO GRANDE ES PARA ACOMETIDA DE 200 PARES

DUCTO PARA CABLE ACOMETIDA AL EDIFICIO

APLANADO DE CEMENTO

CARCAMO 10x10x15 cm

ACOT. EN CMS



ISOMETRICO

USAR LAS TAPAS INDICADAS EN FIG. IET-11

NOTA.- SE CONSTRUIRA A UNA DISTANCIA DE 30 CMS. DEL PARAPETO EXTERIOR DE LA CONSTRUCCION

IET-11

DETALLE DE REGISTRO DE MAPOSTERIA (DE BANQUETA) G-6

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. empujado en concreto.



Registro de tabique de (x) dimensiones con pozo de absorción al fondo.



Fondo de visita de concreto armado de (x) dimensiones.



Registro de lámina galvanizada No. 16050 de 23 x 23 x 13 cm. con fondo de madera 1.5 cm.



Registro de lámina galvanizada No. SG. de 55 x 28 x 13 cm. con fondo de madera 1.5 cm.



Registro de lámina galvanizada No. SG. 56x 56 x 13 cm. con fondo de mád 1.5 cm.



Registro de lámina galvanizada No. SG. de 70 x 55 x 22 cm. con fondo de madera 1.5 cm. (100 pares).



Registro de lámina galvanizada No. SG. 100 x 70 x 22 cm. con fondo de madera 1.5 cm. (400 pares)



Registro de lámina galvanizada No. SG. 150 x 70 x 22 cm. con fondo de madera 1.5 cm. (600 pares)



Registro de lámina galvanizada No. SG. de 80 x 70 x 22 cm. con fondo de madera 1.5 cm. (300 pares)



Salida para teléfono directo en su piso.

TE_{mop}

Salida para teléfono extensión de conmutador en piso o muro

TS_{mop}

Salida para teléfono directo secretarial piloto en piso o muro.

TS_{mop}

Salida para teléfono directo secretarial suplementario en piso o muro.

TE_{mop}

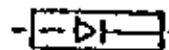
Salida para teléfono de extensión en piso o muro.

TP_m

Salida para teléfono público en muro.

IGA

Computador automático telefónico tipo (x) y (y) extensiones.



Rectificador de corriente.



Banco de baterías.

FIG. 19 - CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS GRUPOS

SERIE DE LOS PARES EN EL GRUPO		COLORES DE LOS MEDIOS QUE IDENTIFICAN AL GRUPO	
1	10	1	AZUL
11	20	2	AMARILLO
21	30	3	ROJO
31	40	4	VERDE
41	50	5	NARANJA
51	60	6	BLANCO - AZUL
61	70	7	BLANCO - AMARILLO
71	80	8	BLANCO - ROJO
81	90	9	BLANCO - VERDE
91	100	10	BLANCO - NARANJA
101	110	11	NEGRO - AZUL
111	120	12	NEGRO - AMARILLO
121	130	13	NEGRO - ROJO
131	140	14	NEGRO - VERDE
141	150	15	NEGRO - NARANJA
151	160	16	GRIS - AMARILLO
161	170	17	GRIS - ROJO
171	180	18	GRIS - VERDE
181	190	19	GRIS - NARANJA
191	200	20	GRIS - AZUL
201	210	21	MORADO - AMARILLO
211	220	22	MORADO - ROJO
221	230	23	MORADO - VERDE
231	240	24	MORADO - NARANJA
241	250	25	MORADO - AZUL
251	260	26	MARRON - AMARILLO
261	270	27	MARRON - ROJO
271	280	28	MARRON - VERDE
281	290	29	MARRON - NARANJA
291	300	30	MARRON - AZUL



20 PARES
6 GRUPOS DE 10



30 PARES
3 GRUPOS DE 10



50 PARES
6 GRUPOS DE 10



70 PARES
7 GRUPOS DE 10



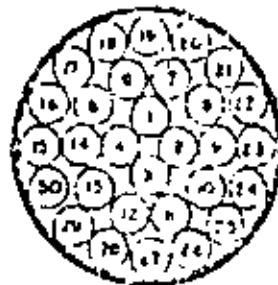
100 PARES
10 GRUPOS DE 10



150 PARES
15 GRUPOS DE 10



200 PARES
20 GRUPOS DE 10

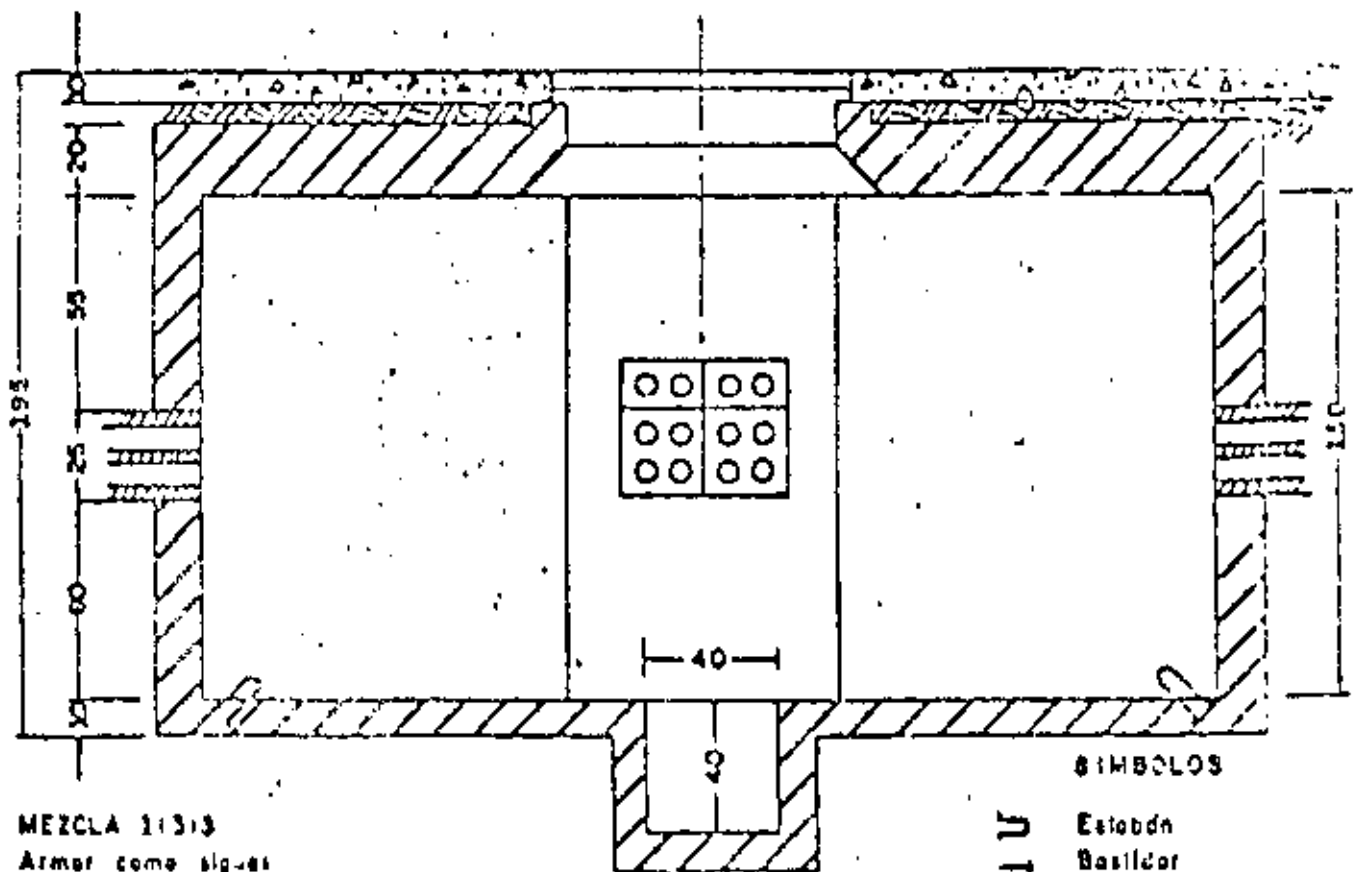
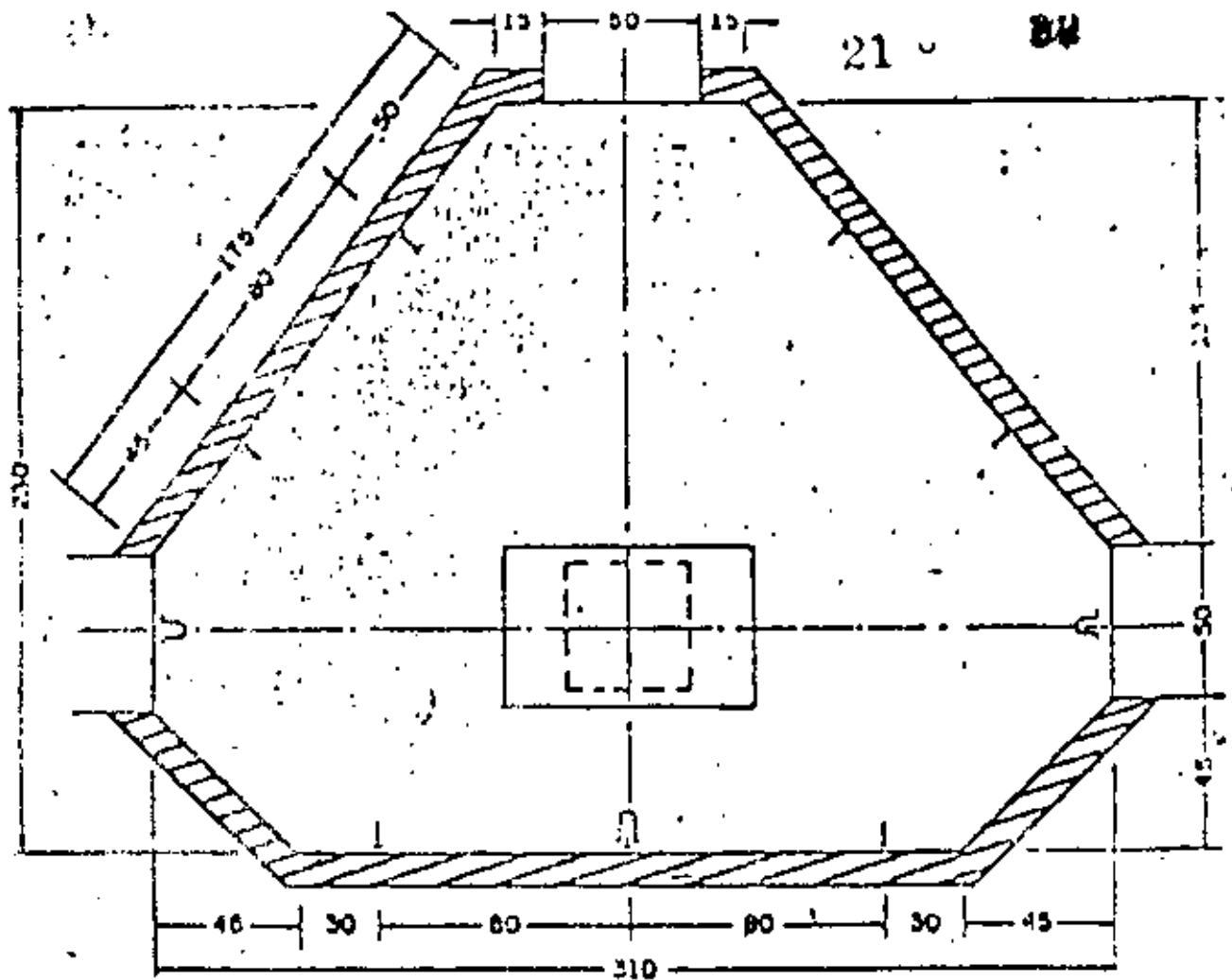


300 PARES
30 GRUPOS DE 10

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 11313

Armar como sigue:

Dóveda 10x10 cm. con varilla 1.27 cm.

Paredes 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.

Piso 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.

SÍMBOLOS

1 U Estobón
Basidor

Acotaciones en centímetros

FIG. 13

G-11



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

INSTALCIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

EN COLABORACION CON EL INSTITUTO DE INGENIERIA
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA

CARACTERISTICAS DE UN CONDUCTOR.

ING. PABLO ZAPIAIN LECHUGA

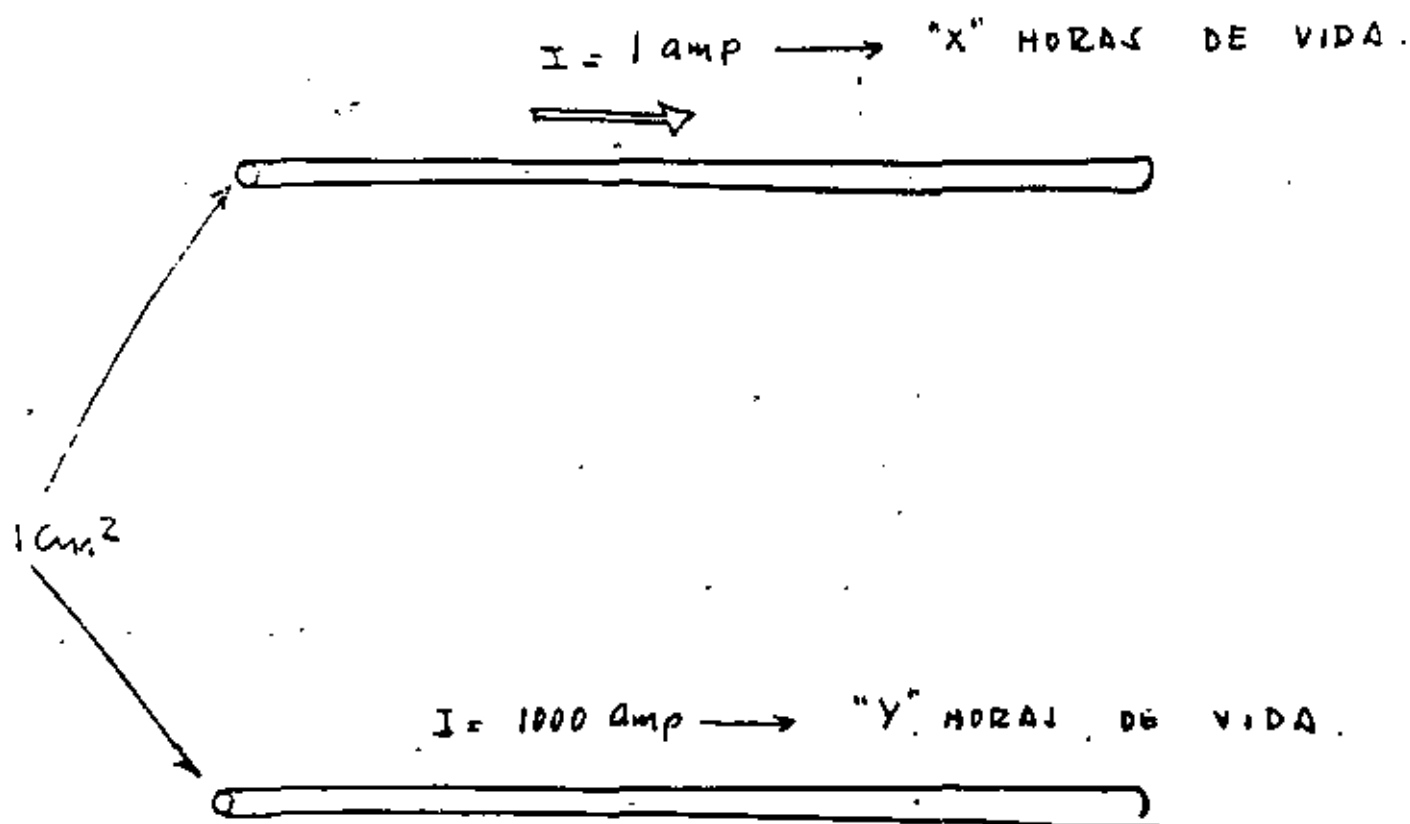
22-23 OCTUBRE 1982

CARACTERÍSTICAS DE UN

CONDUCTOR :-

- 1- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA CONDUCIR LA CORRIENTE MÁXIMA DEL CIRCUITO
- 2- SECCION TRANSVERSAL SUFICIENTE PARA LIMITAR LA CAIDA DE VOLTAJE
- 3- AISLAMIENTO ADECUADO PARA LAS CONDICIONES DE INSTALACION.
- 4- RESISTENCIA MECANICA.

PASO DE UNA CORRIENTE POR UN CONDUCTOR



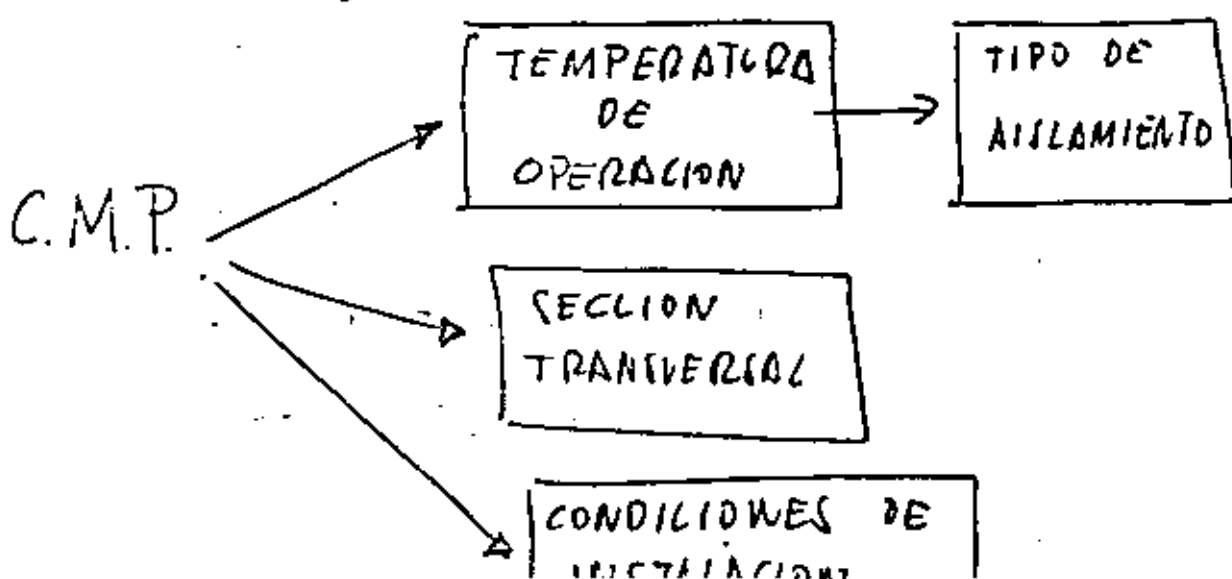
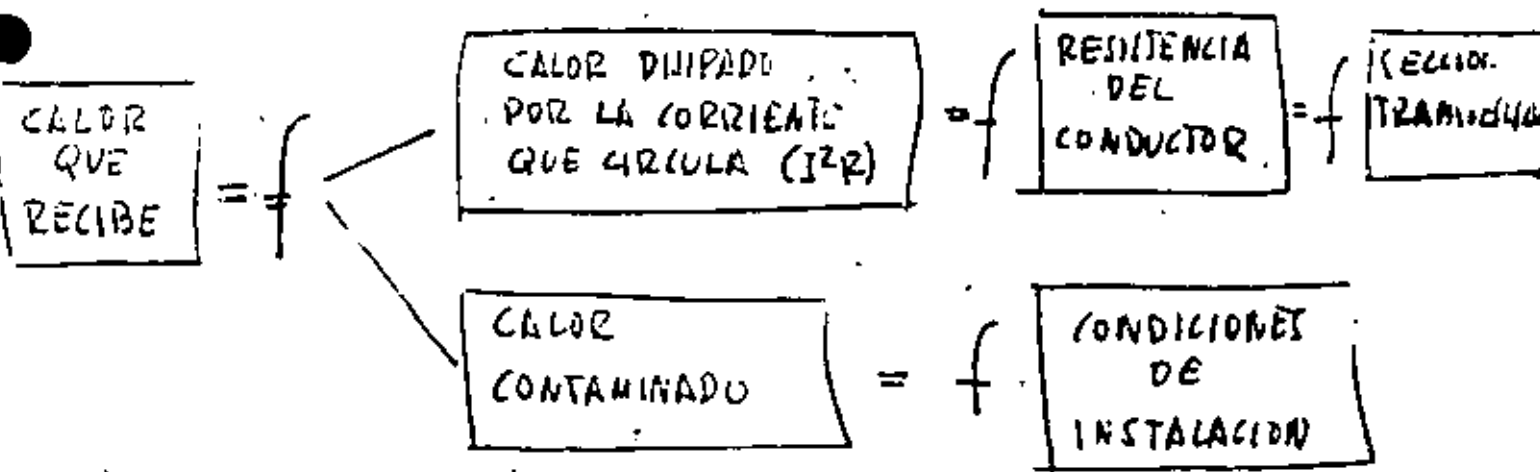
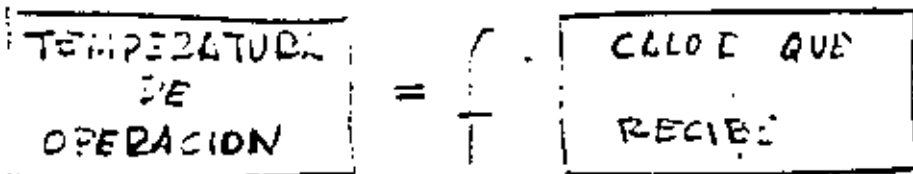
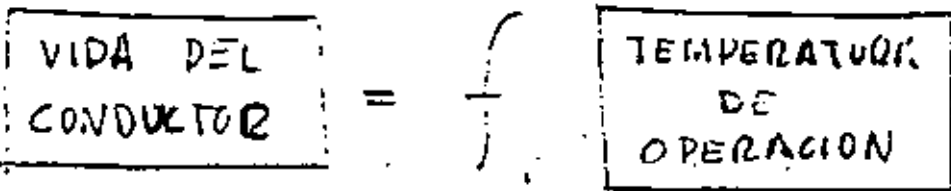
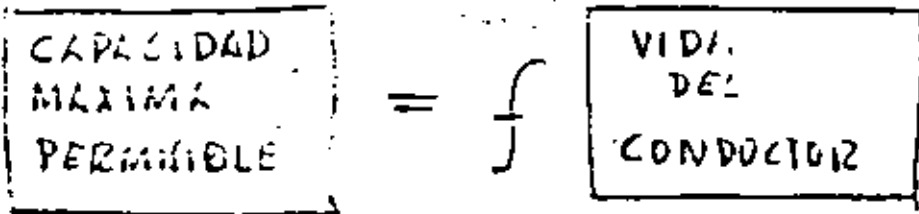
PERO

$"Y" \lll "X"$

\therefore LIMITANDO I SE GARANTIZA UNA VIDA MINIMA.

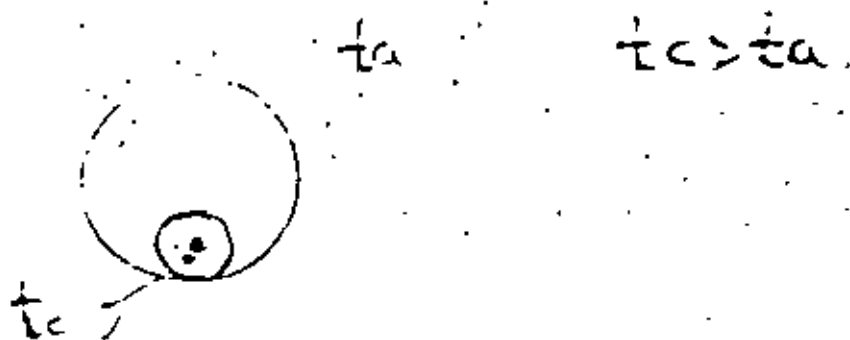


"CAPACIDAD MAXIMA PERMISIBLE"



¿DE QUÉ DEPENDE LA C.M.P.?

000 4



Loe a: ohm-térmica

$$\Delta T = \Phi R_t \quad R_t \left[\frac{^\circ\text{C}\cdot\text{m}}{\text{W}} \right] \quad \Phi [\text{W/m}] ; \Delta T [^\circ\text{C}]$$

$$\Delta T = t_c - t_a \quad ; \quad t_c - t_a = I^2 R_t \cdot R$$

$$\Phi = I^2 R \quad ; \quad k = \frac{\rho l}{S}$$

R_t - Resistencia térmica del aislamiento

S° ($= 1 \text{ m}$)

$$\Rightarrow t_c - t_a = I^2 \frac{\rho(l)}{S} R_t$$

$$I = \sqrt{\frac{t_c - t_a (S)}{\rho R_t}}$$

S - sección del conductor
 ρ - resistividad
 t_c - temp. de operación
 t_a - temp. ambiente
 R_t - depende de las condiciones de instalación

La C.M.P. es una característica fija del mismo que depende de:

- 1.- material del conductor (Resistividad ρ).
- 2.- Sección del conductor
- 3.- Aislamiento (En función de la temperatura de operación máxima a la cual pueda trabajar).
- 4.- Temperatura ambiente

TABLA NUMERO 2

CORRIENTE EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS DENTRO DE DUCTOS

Basada en temperaturas ambiente de 30° C y no más de 3 conductores en un ducto

(Para otros casos véase la Fracción 11-4)

CONDUCTOR Calibre AWG. o MCM.	Sección Transversal en milímetros cuadrados.	TEMPERATURA PERMISIBLE Y MATERIAL DEL AISLAMIENTO					
		60°C—Hule, Termoplástico o similar.	75°C—Hule o similar.	85°C—Papel, Terraplástico y asbestos. Cable, Cambra y aluminio y asbestos o similar.	100°C—Cambra barnizada y asbestos o similar.	125°C—Asbestos impregnado o similar.	150°C—Asbestos o similar.
14	2 031	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	8 366	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
0	53 49	125	150	155	190	200	225
00	67 43	145	175	185	215	230	250
000	85 01	165	200	210	245	265	295
0000	107 22	195	230	235	275	310	340
250	176 68	215	255	270	315	335	...
300	192 01	240	285	300	345	380	...
350	177 35	260	310	325	390	420	...
400	202 69	280	335	360	420	450	...
500	251 36	320	380	405	470	500	...
600	301 03	355	420	455	525	545	...
700	354 70	385	460	490	560	600	...
750	380 04	400	475	500	580	620	...
800	405 37	410	490	515	600	610	...
900	456 04	435	520	555	...	...	...
1000	506 71	455	545	595	640	730	...
1250	627 39	495	590	645	...	...	...
1500	760 07	520	625	700	785	...	...
1750	886 75	545	650	735	...	...	...
2000	1013 42	560	665	775	810	...	...

CORRIENTE MAXIMA EN AMPERES PERMITIDA A 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.

CONDUCTOR Calibre AWG. o MCM.	TEMPERATURA PERMISIBLE Y MATERIAL DEL AISLAMIENTO	
	60°C—Hule, Termoplástico o similar.	75°C—Hule o similar.
14	20	20
12	25	25
10	30	30
8	35	35
6	40	40
4	45	45
3	50	50
2	55	55
1	60	60
0	65	65
00	70	70
000	75	75
0000	80	80
250	85	85
300	90	90
350	95	95
400	100	100
450	105	105
500	110	110
550	115	115
600	120	120
650	125	125
700	130	130
750	135	135
800	140	140
850	145	145
900	150	150
950	155	155
1000	160	160
1050	165	165
1100	170	170
1150	175	175
1200	180	180
1250	185	185
1300	190	190
1350	195	195
1400	200	200
1450	205	205
1500	210	210
1550	215	215
1600	220	220
1650	225	225
1700	230	230
1750	235	235
1800	240	240
1850	245	245
1900	250	250
1950	255	255
2000	260	260

(Continuación de La Tabla Núm. 2)

**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURA AMBIENTE
DE MAS DE 30° C.**

TEMPERATURA AMBIENTE — Grados Centígrados	TEMPERATURA PERMISIBLE Y MATERIAS DEL AISLAMIENTO					
	24-C.—Hule, Termoplastico e Aluminio	26-C.—Hule e Aluminio	35-C.—Vasel, Termoplastico y asbestos, Gypsum, bit. plástica y asbestos o similar.	116-C.— Combray bituminado y asbestos o similar.	123-C.—Asbesto bituminado o similar.	200-C.—Asbesto o similar.
40	0.82	0.85	0.90	0.94	0.95	...
45	0.71	0.82	0.85	0.90	0.92	...
50	0.58	0.75	0.80	0.87	0.89	...
55	0.41	0.67	0.74	0.83	0.85	...
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	0.84
90	...	...	...	0.50	0.61	0.80
100	...	...	...	...	0.51	0.77
120	...	...	...	...	...	0.69
140	...	...	...	...	...	0.59

TABLA NUMERO 2

TABLA NUMERO 3

CORRIENTE EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES EN CABLE AISLADOS DENTRO DE DUCTOS

CORRIENTE MAXIMA EN AMPERES PERMITIDA A CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS EN LINEA ABIERTA

Basada en temperatura ambiente de 30° C y no más de 3 conductores en un ducto

Basada en temperatura ambiente de 30° C. Para temperatura ambiente mayor o menor que 30° C, véase los factores de corrección de la Tabla Numero 2. Véase los factores de corrección de la Tabla Numero 3.

(Para otros casos véase la Fracción 11.4.)

CORRIENTE PERMITIDA (Amperes)	Temperatura ambiente (°C)	TEMPERATURA PERMISIBLE Y MATERIAL DEL AISLAMIENTO					
		60°C—Hule, Formica o similar	75°C—Hule o similar	90°C—Papel, Terebintina y asbesto, M. Cambrey, barniz y asbesto o similar	110°C—Cambrey, barniz o similar	125°C—Asbesto impregnado o similar	150°C—Asbesto o similar
14	2 081	15	15	25	30	30	30
12	3 309	20	20	30	35	40	40
10	5 241	30	30	40	45	50	55
8	8 386	40	45	50	60	65	70
6	13 30	55	65	70	80	85	95
4	21 35	70	85	90	105	115	120
3	28 67	80	100	105	120	130	145
2	33 63	95	115	120	135	145	185
1	42 41	110	120	140	160	170	190
0	53 49	125	150	155	190	200	225
00	67 41	145	175	185	215	230	250
000	85 03	155	200	210	245	265	285
000	107 22	195	230	235	275	310	340
000	126 68	215	255	270	315	335	...
000	152 01	240	285	300	345	380	...
000	177 35	260	310	325	390	420	...
000	202 69	280	335	360	420	450	...
000	233 26	320	390	405	470	500	...
000	304 03	355	420	455	525	545	...
000	354 70	385	460	490	560	600	...
000	380 04	400	475	500	580	620	...
000	405 37	410	490	515	600	610	...
000	456 04	435	520	555	...	...	...
000	506 71	455	545	585	680	730	...
000	637 39	495	590	645	...	...	...
000	760 07	520	625	700	785	...	...
000	886 75	545	650	735	...	...	...
000	1013 42	560	665	775	840	...	...

CONDUCTOR (Calibre AVG. o MCM)	TEMPERATURA PERMISIBLE		MATERIAL DEL AISLAMIENTO	TEMPERATURA PERMISIBLE	MATERIAL DEL AISLAMIENTO
	60°C—Hule, Formica o similar	75°C—Hule o similar			
14	20	20	30	30	40
12	25	25	40	40	50
10	40	40	55	55	65
8	55	65	70	70	85
6	80	95	100	100	120
4	105	125	130	135	160
3	120	145	150	155	180
2	140	170	175	180	210
1	165	195	205	210	245
0	195	230	235	245	285
00	225	265	275	285	330
000	260	310	320	330	385
0000	300	360	370	385	445
250	310	405	410	425	495
300	375	415	460	485	555
350	420	505	510	520	610
400	435	545	555	575	665
500	515	620	630	650	765
600	575	690	710	740	855
700	630	755	750	815	910
750	655	785	810	845	950
800	680	815	815	850	1020
900	730	870	905	940	...
1000	780	935	965	1000	1165
1250	890	1065	...	1130	...
1500	990	1175	1215	1260	1450
1750	1070	1290	...	1370	...
2000	1155	1395	1465	1470	1715

IMITACION (ART 5-B, 201E) 2

SECCIONES MINIMAS PARA ALUMBRADO — NI 14 AWG PARA TIERRA

44

AMPERAJE ADMISIBLE EN CONDUCTORES DE COBRE CON AISLAMIENTO 600V. EN TIPO CONDUIT
 BASADO EN TEMPERATURA AMBIENTE DE 30°C.

GRUPO DE TEMPERATURA DEL CONDUCTOR Y TIPO DE AISLAMIENTO

CALIBRE AWG O MCW	TIPO 60°C SECO Y HUMEDO						TIPO 75°C SECO Y HUMEDO						ANILLO 100 800 S Y H	AREA mm ²	FE. OH	RESISTENCIA Ω				
	100%		80%		70%		100%		80%		70%						100%	80%	70%	
	1	2	3	4	5	6	7	A	24	1	2	3								4	5	6	7	A	24
20		3			2													0.51	1021	2.00
18		5			4													0.82	1624	5.50
16		7			6													1.30	2583	7.00
14		15			12				15				15					2.08	4106	9.51
12		20			16				20				20					3.31	6530	12.32
10		30			24				30				30					5.26	10384	15.10
9		40			32				45				50					8.36	16512	22.20
8		55			44				65				70					13.30	26244	33.20
7		70			55				85				90					21.15	41738	50.01
6		95			76				115				120					33.62	66358	73.20
1/0		125			100				150				155					53.48	105500	114.20
2/0		145			110				175				185					67.43	133070	140.20
3/0		165			132				200				210					85.01	167172	176.00
4/0		195			156				230				235					107.20	211500	223.80
250									255				270					26.64	250000	229.50
300									285				300					52.00	300000	250.70
350									310				325					77.35	350000	272.20
400									335				360					202.71	400000	295.50
500									380				405					33.35	500000	314.70
600									420				455					59.90	600000	330.00
750									475				500					80.00	750000	350.00
1000									545				585					107.00	1000000	382.00

TEMP.		FACTORES DE CORRECCION POR TEMP. AMBIENTE > MAYOR DE 30°C.									
°C	°F										
40	104	.82	IDEM	IDEM	.88	IDEM	IDEM	.90	IDEM	IDEM	
45	113	.71	"	"	.82	"	"	.85	"	"	
50	122	.58	"	"	.75	"	"	.80	"	"	
55	131	.41	"	"	.67	"	"	.71	"	"	
7	14				.58	"	"	.67	"	"	

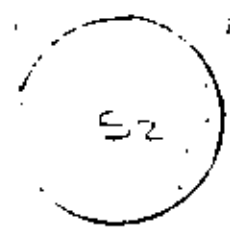
1) DE 25 A 42 CON AISLAMIENTO TIPO 600V.
 2) PARA LA INSTALACION EN CAJAS DE TIPO CONDUIT CON AISLAMIENTO TIPO 600V.
 ANILLO DEL CONDUCTOR EN AWG, RESISTENCIA Y AREA DE LA SUPERFICIE DEL
 PAVIMENTO DE ACERVO AL TIPO 600V.
 CORRECCION DEL
 1 a 3 100%
 4 a 6 80%
 7 a 24 70%
 25 a 43 60%
 DE LA AMPLIACION EN AWG
 3) DATOS DE TABLA 310-1E NEC 1971.

Considerando dos conductores de diámetros d_1 y d_2 :

----- d_1 -----

----- d_2 -----

Co. 9



$$d_2 = k d_1$$

$$S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}$$

$$S_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}$$

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{\frac{\pi d_2^2}{4}}{\frac{\pi d_1^2}{4}} = \frac{d_2^2}{d_1^2} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

$$\therefore S_2 = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 S_1 = k^2 S_1 = 1.26 S_1$$

$$S_3 = (1.126)^2 S_1 = 1.59 S_1$$

$$S_4 = 1.59 (1.26) S_1 = 2.003 S_1 \approx 2 S_1$$

Observación :

En la escala AWG la escala transversal se duplica aproximadamente cada tres números en el sentido creciente de la sección y es la mitad en el sentido decreciente.

Características del conductor No. 10.

$d_{10} = 100$ milésimas

$S = 10000$ milésimas circulares

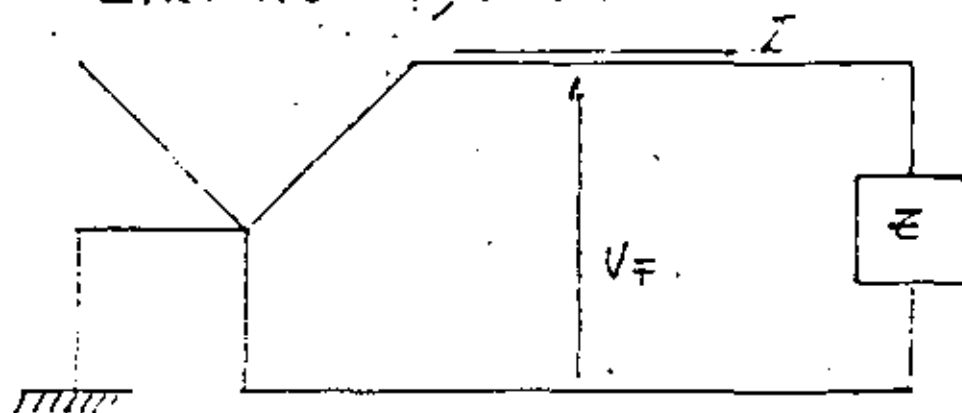
Resistencia ohmica a $25^\circ\text{C} = \frac{1}{1000} \frac{\Omega}{\text{ft}}$

S -- sección

CM -- milésimas circulares

Capacidad máxima permisible a $65^\circ\text{C} = 30$ Amp.

CIRCUITO 1φ, 220 volts:



f.p. mínima permisible = 0.85

$$I = P / V_F (f.p.)$$

CIRCUITO 3φ balanceado (cargas iguales):

$$W_1 = W_2 = W_3 \quad I_1 = I_2 = I_3 = \text{corriente de línea}$$

$$W_T = W_1 + W_2 + W_3$$

$$W = \sqrt{3} I V_F (f.p.)$$

$$\text{con } f.p. = 1 \Rightarrow I = W / \sqrt{3} V_F$$

$$\text{con } V_F = 220 \text{ volts} \Rightarrow I = W / 380 \text{ Amp.}$$

CIRCUITO 3φ Desbalanceado:

$$\Rightarrow W_1 \neq W_2 \neq W_3; \quad I_1 \neq I_2 \neq I_3$$

$$I_1 = \frac{W_1}{V_n (f.p.) c_1}; \quad I_2 = \frac{W_2}{V_n (f.p.) c_2}$$

$$I_3 = \frac{W_3}{V_n (f.p.) c_3}$$

$c_1 = \text{carga \# 1}$

$$I_n = I_1 + I_2 + I_3$$

Conocida la corriente \rightarrow la sección del conductor la determinamos seleccionando la capacidad máxima permisible

ESCALA A.W.G.

AWG = AMERICAN WIRE GAUGE

J.R. BROWN (1857)

No. 36

4/0

$d = 5$ milésimo
de pulgada

$d = 460$ milésimo de
pulgada

Conductores
más delgado

Cond. más grueso

d_{36} = diámetro del cable #36

1 milés = $\frac{1}{1000}$ = 0.0254 mm.

$$d_x = d_{36} k^n$$

S^c

$$d_{4/0} = \frac{d_{36} k^{39}}{k^{39}} \quad ; \quad k^{39} = \frac{d_{4/0}}{d_{36}}$$

$$\therefore k = \sqrt[39]{\frac{4/0}{5}} = 1.1229$$

$$\therefore d_x = d_{36} (1.1229)^n = \text{diámetro de cond. } x.$$

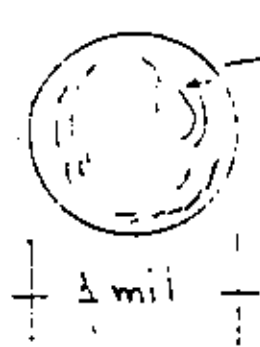
Extensiones a la escala A.V.C.

12

inferiores \rightarrow 1/8" \rightarrow $d = 2$ milésimas o púgada $= 0.0254$ mm.

superiores \rightarrow Si usa escala H.C.H.

H.C.H. — miles circular mils



1 C.H. CIRCULAR MILS

$$1 \text{ C.H.} = \frac{\pi (d^2)}{4} = \frac{\pi (0.0254)^2}{4} = 0.000506 \text{ mm}^2$$

$$1 \text{ H.C.H.} = 1000 \text{ C.H.} = 0.506 \text{ mm}^2$$

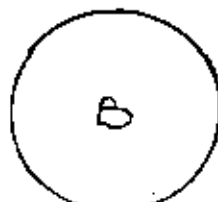
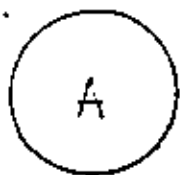
$$1 \text{ mm}^2 = 1975 \text{ C.H.} = 2000 \text{ C.H.} \doteq 2 \text{ H.C.H.}$$

Por encima del cable 4/0 existen cables de:

- * 250 H.C.H.
- * 300 H.C.H.
- * 350 H.C.H.
- * 400 H.C.H.
- * 500 H.C.H.
- * 750 H.C.H.
- * 1000 H.C.H.
- * 2000 H.C.H.

Ventajas del H.C.H.

9.



$d_B =$ diametro del conductor B

$$S_A = \frac{\pi}{4} \left(\frac{1''}{1000} \right)^2$$

$$S_B = \frac{\pi}{4} \left[2 \left(\frac{1''}{1000} \right) \right]^2 \Rightarrow S_B = (2)^2 \frac{S_A}{2} \dots \therefore S_B = 1 \text{ H.C.H.} \times d_B$$

CONDUCTORES ELÉCTRICOS

MATERIALES

PROPIEDADES COMPARATIVAS DE MATERIALES EMPLEADOS EN LA FABRICACION DE CABLES ELÉCTRICOS

Nombre	Sim- bol.	Densidad	Temperatura de Fusión	Resistiv- idad Eléc- trica	Coefficiente Térmico de Resistividad	Conduc- tividad Eléc- trica	Coefficiente Lineal de Dilatación
		g/cm ³	°C	microhm/cm	por °C	% de IACS	10 ⁻⁶ por °C*
Aluminio	Al	2.703	933	9.926	0.0059	18.0	22.9
Aluminio puro	Al	2.697	933.5	41.7	0.0030	4.3	8.5 10.8
Aluminio, Aluminio ASIM							
65 Aluminio		8.74	1054	20.964	0.00353	11.0	16.92
75 Aluminio		8.74	1054	13.563	0.00366	13.0	16.92
85 Aluminio		8.74	1054	11.421	0.00372	19.0	16.92
90 Aluminio		8.74	1054	8.6507	0.00382	20.0	16.92
92 Aluminio							
93 Aluminio		8.80	1070	5.7467	0.00342	37.6	16.92
94 Aluminio		8.80	1070	4.3103	0.00367	40.0	16.92
95 Aluminio		8.87	1070	3.1343	0.00219	61.0	16.92
96 Aluminio		8.89	1076	2.6515	0.00255	65.0	16.92
97 Aluminio		8.89	1076	2.1559	0.00334	69.0	16.92
98 Aluminio		8.89	1080	2.0291	0.00314	85.0	16.92
Cobre Blandito	Cu	8.89	1083	1.7241	0.00393	100.0	16.5
Cobre Duro	Cu	8.89		1.77	0.00383	97.5	
Hierro	Fe	7.85 7.88	1539 ² 3	9.71	0.005	16.8	11.7
Hierro fundido	Fe	7.03 7.13					10.61 40*
Hierro forjado	Fe	7.80 7.90					11.40 18* a 100*
Plomo	Pb	11.35	327.4	50.65	0.0043	7.73	28.7
Níquel	Ni	8.90	1455	6.84	0.006	95.0	13.3
Plata	Ag	10.50	960.8	1.07 18	0.0038	104.6	18.8 90*
Acero		7.80 7.80	1300 1475	10.4 11.9	0.0036 0.0032		10.5
Acero inoxidable		7.7	1510	11.0	0.0034		
Latón	Zn	7.14 7.20	911 92	11.5	0.0042	14.8	26.92 18* a 100*
Zinc	Zn	7.14	419.47	5.99 0*	0.0037	10.0	26.92 10* a 100*

Valores a 20°C excepto cuando se indique lo contrario.

* Cuando no se indica temperatura se entiende temperatura ambiente ordinaria.

Sección 100

Página 5

En la siguiente tabla se puede ver la diferencia de los metales comúnmente usados como conductores eléctricos,

PROPIEDADES FISICAS	CORRE ELECTROLITICO	ALUMINIO	ACERO
PESO ESPECIFICO gr/cm^3 A $20^{\circ}C$	8.93	2.71	7.63
PUNTO DE FUSION $^{\circ}C$	1084	658	1406
COEF. LINEAL DE EXPAN- SION TERMICA: ($^{\circ}C$) -- POR 10^6	17.6	23.2	10.9
RESISTIVIDAD ELECTRICA A $20^{\circ}C$	1.68	2.68	Aprox. 16
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN DEL CORRE RECOCIDO- A $20^{\circ}C$	101.0	61.0	12.3
RESISTENCIA A LA TENSION Kg/cm^2 DURO	3666	1898	9139
RESISTENCIA A LA TENSION Kg/cm^2 Blando	2249	844	6046
MODULO DE ELASTICIDAD Kg/cm^2 por 10^6	1.39	0.70	2.1

TABLA 3-1
CONSTANTES FISICAS DE LOS METALES COMUNENTE USADOS COMO CONDUC-
TORES ELECTRICOS

Sus principales ventajas son las siguientes:

- a).- Es el metal que tiene la conductividad eléctrica más alta después de la plata. Esta última no se usa por su alto costo.
- b).- Tiene gran facilidad para ser estañado, platinado o cadmizado y puede ser soldado usando equipo especial de soldadura para cobre.
- c).- Es muy dúctil por lo que fácilmente puede ser convertido a cable, tubo o rolado en forma de solera u otras formas.
- d).- Tiene buena resistencia mecánica; aumentando cuando se usa en combinación con otros metales, formando aleaciones.
- e).- No se oxida fácilmente por lo que soporta la corrosión ordinaria.
- f).- Tiene buena conductividad térmica.

Los conductores de aluminio son muy usados para exteriores, en líneas de transmisión y distribución y para servicios pesados en subestaciones.

Las principales ventajas son:

- a).- Es muy ligero. Tiene la mitad de peso que el cobre para la misma capacidad de corriente.
- b).- Altamente resistente a la corrosión atmosférica.
- c).- Puede ser soldado con equipo especial.
- d).- Se reduce el efecto superficial y el efecto corona debido a que para la misma capacidad de corriente, se usan diámetros mayores.

Las principales desventajas son:

- a).- Menor conductividad eléctrica que el cobre.
- b).- Se forma en su superficie una película de óxido que es altamente resistente al paso de la corriente por lo que causa problemas en juntas de contacto.
- c).- Debido a sus características electronegativas, al ponerse en contacto directo con el cobre causa corrosión galvánica, por lo que siempre se deberán usar juntas bimetalicas o pastas anticorrosivas.



Conductor sólido



Cable en hebra



Cableado concéntrico



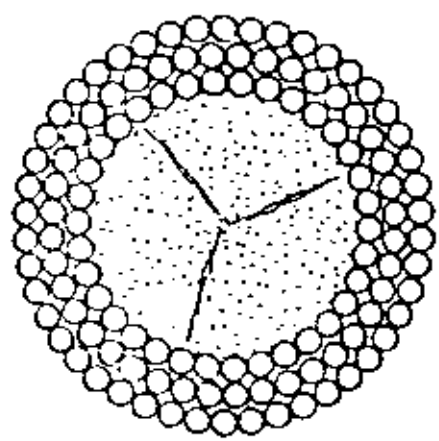
Cable braidado



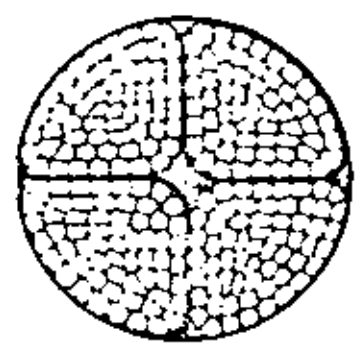
Cable redondo compacto



Cable sectorial



Cable anular



Cable segmental

Especificaciones para Alambre de Cobre Desnudo

Calibre A.W.G.	Diámetro Nominal		Área - Sección Transversal				Peso en kg por km.
	mm	gals.	mm. cuadrado	mm. circunfer.	mm. cuadrado	Pulgadas. cuadradas	
4/0	11.684	0.4601	167.02	231.660	166.200	0.1507	953.0
3/0	10.403	0.411	135.02	167.650	121.710	0.1211	756.0
2/0	9.270	0.3648	107.15	132.160	101.570	0.1015	590.0
1/0	8.254	0.3208	85.34	109.540	82.070	0.08260	475.0
0	7.348	0.2802	67.43	89.690	66.720	0.06670	377.0
1	6.544	0.2574	53.63	66.370	52.130	0.05213	299.0
2	5.827	0.2294	42.87	52.640	41.310	0.04131	237.1
3	5.168	0.2047	34.72	41.740	32.780	0.03278	188.0
4	4.621	0.1817	28.73	33.100	26.070	0.02607	149.0
5	4.115	0.1621	24.21	26.250	20.620	0.02062	118.0
6	3.650	0.1446	20.11	20.820	16.350	0.01635	93.8
7	3.229	0.1287	16.50	16.510	12.970	0.01297	74.4
8	2.847	0.1144	13.30	13.020	10.220	0.01022	59.0
9	2.502	0.1016	10.57	10.200	8.155	0.008155	46.8
10	2.205	0.09074	8.472	8.230	6.467	0.006467	37.1
11	1.953	0.08081	6.781	6.530	5.120	0.005120	29.4
12	1.753	0.07192	5.543	5.170	4.067	0.004067	22.0
13	1.603	0.06408	4.517	4.107	3.225	0.003225	16.0
14	1.450	0.05707	3.642	3.257	2.555	0.002555	14.7
15	1.291	0.05082	2.924	2.583	2.025	0.002025	11.6
16	1.150	0.04523	2.354	2.048	1.609	0.001609	9.23
17	1.021	0.04030	1.923	1.624	1.270	0.001270	7.32
18	0.9110	0.03580	1.570	1.288	1.012	0.001012	5.80
19	0.8113	0.03190	1.270	1.022	802.30	0.0008023	4.60
20	0.7220	0.02846	1.010	810.1	656.30	0.0006563	3.65
21	0.6438	0.02535	0.787	642.4	504.06	0.0005040	2.69
22	0.5733	0.02257	0.622	509.5	400.10	0.0004001	2.30
23	0.5100	0.02010	0.491	404.0	317.30	0.0003173	1.92
24	0.4547	0.01790	0.391	320.4	251.70	0.0002517	1.44
25	0.4049	0.01594	0.308	254.1	199.60	0.0001996	1.14
26	0.3606	0.01470	0.241	201.5	158.30	0.0001583	0.908
27	0.3211	0.01264	0.190	159.8	125.50	0.0001255	0.720
28	0.2859	0.01126	0.150	126.7	99.54	0.00009954	0.571
29	0.2546	0.01025	0.118	100.5	73.91	0.00007391	0.453
30	0.2268	0.009028	0.093	79.70	62.60	0.00006260	0.359
31	0.2019	0.007950	0.072	63.21	49.64	0.00004964	0.285
32	0.1798	0.007080	0.056	50.13	39.37	0.00003937	0.226
33	0.1601	0.006305	0.044	39.75	31.22	0.00003122	0.179
34							

Nota: El peso está basado en el diámetro nominal de los alambres, variando éste de acuerdo con la tolerancia en los diámetros.

Tolerancia en Diámetros

Duro y Semi Duro, en calibres de 4/0 al 18 $\pm 1\%$; menores del 18 no hay especificación. Suave o Recocido, en calibres de 30 y mayores, $\pm 1\%$; menores del 30, ± 0.00254 mm. (0.0001").

Empaquetado

Del calibre No. 4/0 A.W.G. al No. 11 A.W.G. en rollos de 100 kg. aproximadamente del No. 12 al 16 en rollos de 50 kg. del No. 17 en carretes de 100 kg., del No. 18 al 29 en carretes de 50 kg., del No. 30 en carretes de 50 y 10 kg., del No. 31 al 34 en carretes de 10 kg.

CONDUCTORES ELECTRICOS

CABLEADO

Clases de Cableado

Clase	Aplicación	Clase	Aplicación
AA	Cable desnudo, generalmente para líneas aéreas.	J	Cables para aparatos especiales
A	Cable aislado tipo intemperie o cables desnudos que requieran mayor flexibilidad que la de la clase AA.	J	Cordones para artefactos eléctricos
	Cable aislado con materiales diversos tales como goma, hule, plástico, etc., o cables del tipo anterior que requieran mayor flexibilidad.	K	Cables portátiles y para soldadoras
(C) D	Cables aislados que requieran mayor flexibilidad que la clase B.	L	Cordones portátiles y para artefactos pequeños que requieran mayor flexibilidad que los de las clases anteriores.
C	Cables portátiles con aislamiento de hule, para alimentación de aparatos o similares.	M	Cable para soldadoras (porta-electrodos) para calentadores, para lámparas.
II	Cables y cordones con aislamiento de hule que requieran mucha flexibilidad. Por ejemplo, cables que tienen que enrollarse y desenrollarse continuamente y tienen que pasar sobre poleas.	O	Cordones pequeños para calentadores que requieran mayor flexibilidad que los anteriores.
		P	Cordones más flexibles que en las clases anteriores.
		Q	Cordón para ventiladores oscilantes, flexibilidad máxima.

CABLE	Clase	Número de Alambres	DIÁMETRO		DIÁMETRO TOTAL		ÁREA DE LA SECCIÓN		Peso en libras
			mm	in.	mm	in.	Centímetros Cuadrados	Pulgadas Cuadradas	
1 250 000	A	7	1.75	0.0687	36.5	1.437	2.14	0.837	202.1
1 000 000	AA A B	12	2.25	0.0885	33.0	1.300	3.67	0.7500	200.0
900 000	AA A B	12	2.1	0.0827	31.7	1.248	4.50	0.7097	180.0
850 000	AA A B	12	2.0	0.0787	30.4	1.196	4.91	0.6694	160.0
800 000	A B	12	1.9	0.0747	29.2	1.144	4.91	0.6291	140.0
800 000	AA	7	2.7	0.1062	26.1	1.027	4.11	0.6203	125.0
750 000	A B	12	1.9	0.0747	26.7	1.051	3.17	0.5715	110.0
750 000	AA	7	3.0	0.1181	24.2	0.952	3.17	0.5715	110.0
700 000	A B	12	1.8	0.0707	24.9	0.976	3.17	0.5715	100.0
700 000	AA	7	3.0	0.1181	23.4	0.924	3.17	0.5715	100.0
650 000	A	10	1.7	0.0667	23.0	0.908	2.92	0.5141	90.0
650 000	AA	7	3.0	0.1181	23.4	0.924	2.92	0.5141	90.0
600 000	AA A B	12	3.2	0.1260	22.1	0.871	2.92	0.4717	75.0
550 000	A B	12	3.1	0.1220	21.1	0.829	2.78	0.4293	75.0
550 000	A B	12	2.9	0.1162	20.0	0.787	2.92	0.3907	70.0
500 000	A B	12	4.1	0.1622	20.0	0.787	2.32	0.3907	60.0
450 000	A B	12	2.8	0.1102	19.0	0.745	2.32	0.3521	50.0
450 000	AA	7	3.0	0.1181	19.0	0.745	2.32	0.3521	50.0
450 000	A	12	2.6	0.1024	18.4	0.729	2.32	0.3135	40.0
400 000	AA A	12	3.0	0.1181	18.4	0.729	2.07	0.3135	40.0
350 000	A	12	2.4	0.0937	17.2	0.687	1.77	0.2749	30.0
350 000	A	11	3.4	0.1357	17.2	0.687	1.77	0.2749	30.0
350 000	AA	7	4.3	0.1709	16.0	0.635	1.77	0.2749	30.0
300 000	A	12	2.2	0.0869	16.0	0.635	1.52	0.2363	20.0
300 000	A	12	3.1	0.1257	15.9	0.629	1.52	0.2363	20.0
300 000	AA	7	4.0	0.1581	16.0	0.635	1.52	0.2363	20.0
250 000	A	12	2.0	0.0822	14.6	0.579	1.25	0.1977	15.0
250 000	A	12	2.9	0.1147	14.5	0.574	1.25	0.1977	15.0
250 000	AA	7	3.6	0.1443	15.2	0.603	1.25	0.1977	15.0
4 0	B	19	2.6	0.1055	13.4	0.529	1.07	0.1662	9.7
4 0	A	12	3.3	0.1323	14.0	0.552	1.07	0.1662	9.7
4 0	AA	7	4.4	0.1739	13.2	0.522	1.07	0.1662	9.7
3 0	B	19	2.3	0.0940	11.9	0.470	0.85	0.1318	7.1
3 0	A	12	3.0	0.1181	12.5	0.492	0.85	0.1318	7.1
3 0	AA	7	3.9	0.1548	11.7	0.464	0.85	0.1318	7.1
2 0	A	19	2.1	0.0837	10.6	0.419	0.67	0.1115	5.1
2 0	A	12	2.6	0.1053	11.1	0.439	0.67	0.1043	4.1
2 0	AA A	7	3.5	0.1379	10.1	0.412	0.67	0.1043	4.1
1 0	B	19	1.8	0.0745	9.4	0.372	0.53	0.0823	3.4
1 0	A	12	2.3	0.0940	9.1	0.390	0.53	0.0823	3.4
1 0	AA A	7	3.1	0.1229	9.2	0.383	0.53	0.0823	3.4
1	B	19	1.6	0.0654	8.6	0.332	0.42	0.0657	2.3
1	A	7	2.7	0.1033	8.5	0.328	0.42	0.0657	2.3
1	AA	3	4.2	0.1670	9.1	0.360	0.42	0.0657	2.3
2	A B	7	2.4	0.0974	7.2	0.292	0.33	0.0521	1.9
2	AA	3	3.7	0.1497	8.1	0.320	0.33	0.0521	1.9
3	A B	7	2.2	0.0867	6.6	0.260	0.26	0.0413	1.4
3	AA	3	3.6	0.1325	7.2	0.286	0.26	0.0413	1.4
4	A B	7	1.9	0.0772	5.8	0.232	0.21	0.0327	1.1
4	AA	3	3.0	0.1180	6.4	0.254	0.21	0.0327	1.1
5	B	7	1.7	0.0688	5.7	0.206	0.16	0.0260	1.0
6	B	7	1.5	0.0612	4.6	0.184	0.13	0.0205	0.8
7	B	7	1.3	0.0515	4.1	0.164	0.10	0.0163	0.6
8	B	7	1.2	0.0495	3.7	0.146	0.09	0.0129	0.5
9	B	7	1.1	0.0432	2.9	0.130	0.08	0.0103	0.4
10	B	7	0.9	0.0365	2.5	0.116	0.07	0.0081	0.3
12	B	7	0.7	0.0305	2.2	0.091	0.07	0.0061	0.2
14	B	7	0.6	0.0242	1.9	0.076	0.06	0.0046	0.1
16	B	7	0.4	0.0192	1.4	0.057	0.04	0.0030	0.1
18	B	7	0.3	0.0152	1.1	0.046	0.03	0.0023	0.1
20	B	7	0.3	0.0121	0.9	0.038	0.02	0.0017	0.1

TOLERANCIA EN AREA - Está de acuerdo con la tolerancia admitida en los diámetros de los alambres componentes; pero el área de la sección transversal no será menor del 94% de la indicada en la tabla.

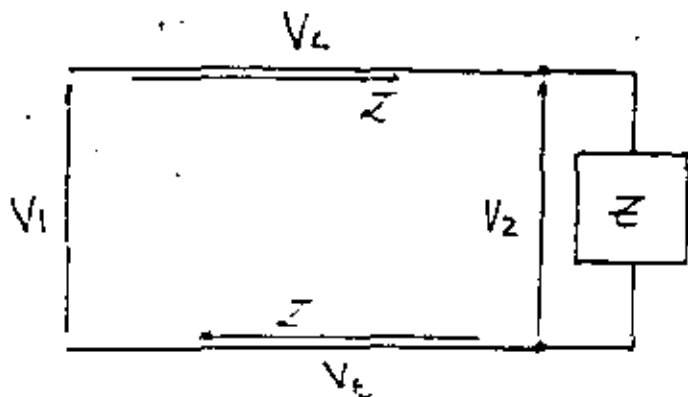
Clase AA.-Para conductores o cables desnudos generalmente usados en líneas aéreas.

Clase A.-Para líneas de intermedia, de combustión lenta, para cable intermedio de combustión lenta y para cables desnudos en los que se requiere mayor flexibilidad que la indicada en la clase AA.

Clase B.-Para conductores aislados torcidos con varios materiales tales como hule, papel, tela barnizada etc. y para conductores clasificados o indicados en la clase A, donde se requiere una mayor flexibilidad.

Sección suficiente para limitar la caída de tensión. 21

Caída de tensión



$$V_A = I R_{int}$$

$$V_Z = Z I ; Z = R$$

$$V_B = I R_{ext}$$

$$V_1 > V_2$$

$$Z = R + jX$$

$$Z = R \text{ — para líneas no inductivas, ni capacitivas}$$

$$\Rightarrow V_1 = V_2 + V_A + V_B$$

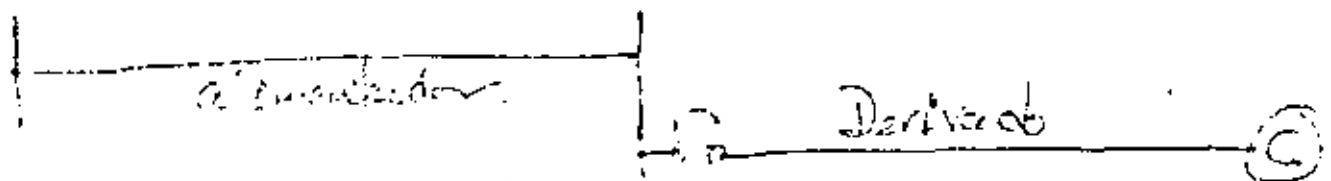
$$V_A + V_B = V_c = \text{caída de tensión (\%)}$$

$$\therefore V_1 = V_2 + V_c$$

$$\circ V_1 - V_2 = V_c = \text{caída de tensión}$$

$$\Rightarrow V_c = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100$$

— caídas totales máximas permitidas —

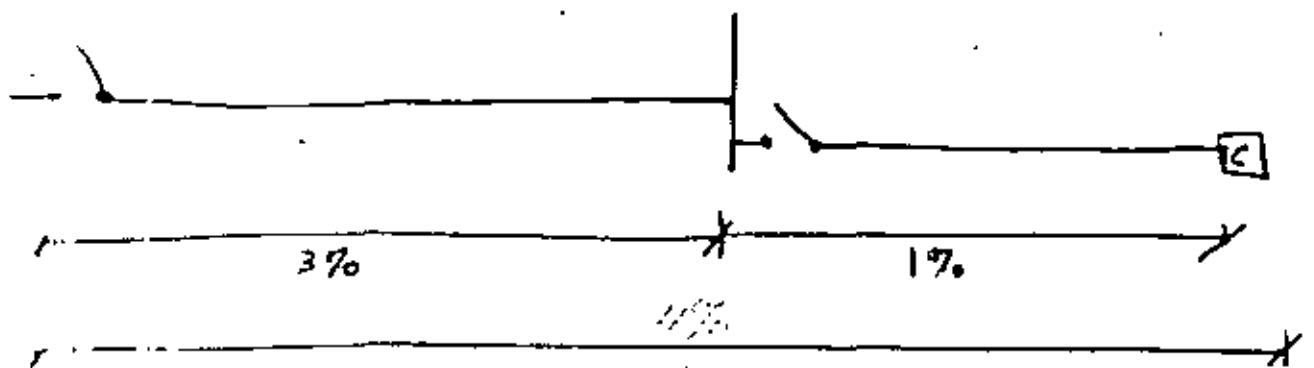
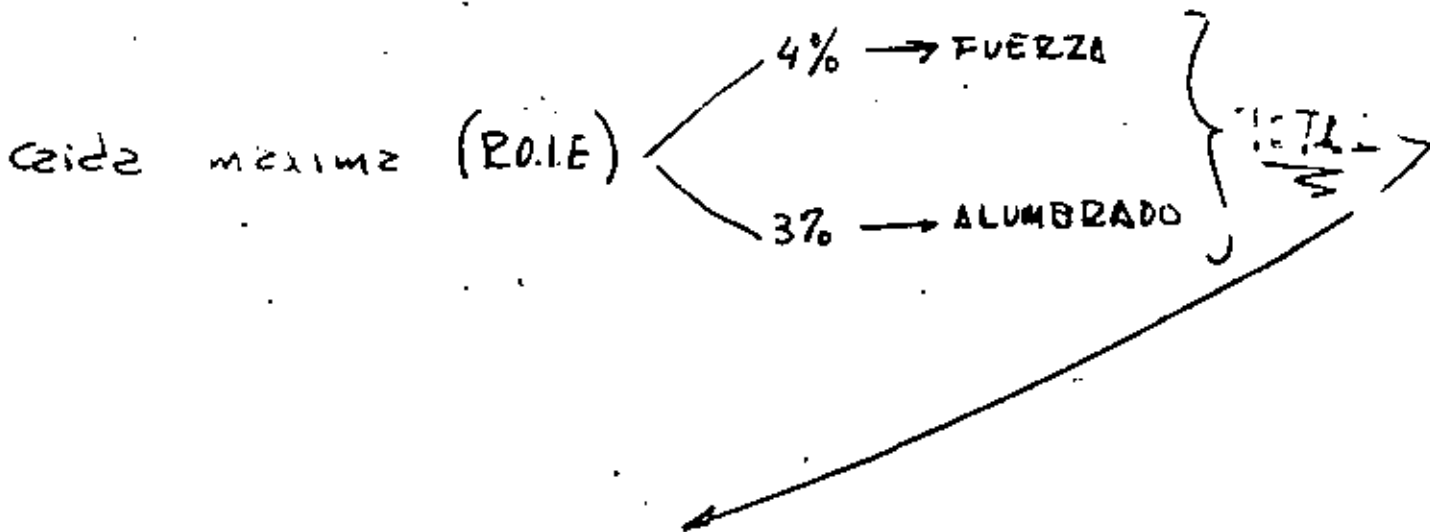


— 5% total —

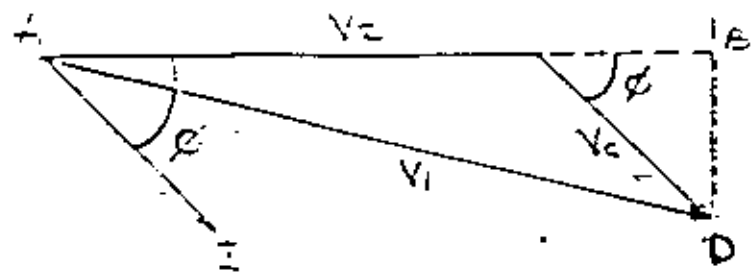
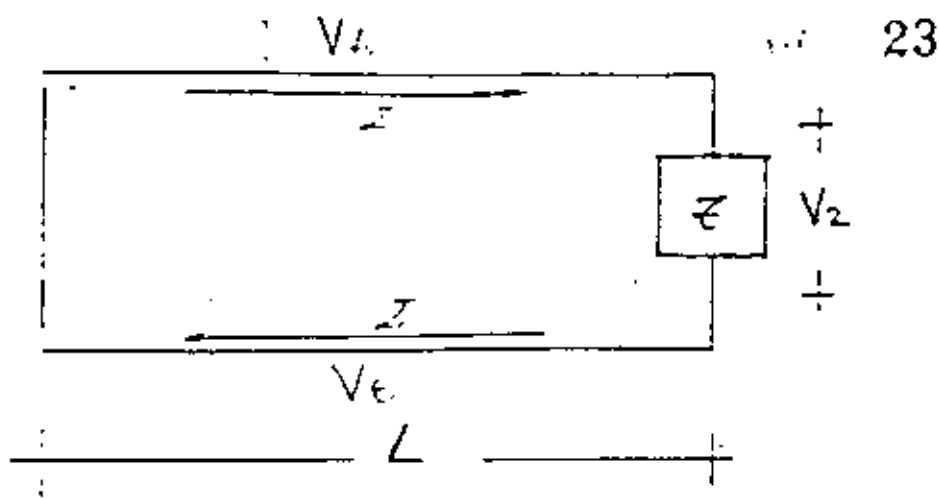
SECCION TRANSVERSAL SUFICIENTE

PARA LIMITAR LA CAIDA DE VOLTAJE :

$$\frac{\Delta V}{V} = K \frac{I (\text{amps}) \times \text{Dist} (\text{m})}{\text{Seccion}}$$



Calculo de la seccion del conductor.



$$V_c = V_1 - V_2$$

$$V_1 = V_2 + V_c$$

$$AD = \sqrt{(AB)^2 + (BD)^2}$$

$$\therefore V_1 = \sqrt{(V_2 + V_c \cos \phi)^2 + (V_c \sin \phi)^2}$$

ϕ = angulo de factor
= factor de potencia

$(V_c \sin \phi)^2 \approx 0$ — Para f.p > 0.85

$$\therefore V_1 = V_2 + V_c \cos \phi$$

$$* \text{ --- } V_1 - V_2 = V_c \cos \phi = I R_L \cos \phi$$

$$R = \ell \frac{L}{S}$$

R_L = resistencia de linea
 S = area del cond.

sust. en * $\Rightarrow V_1 - V_2 = I \frac{\rho L}{S} \cos \phi$

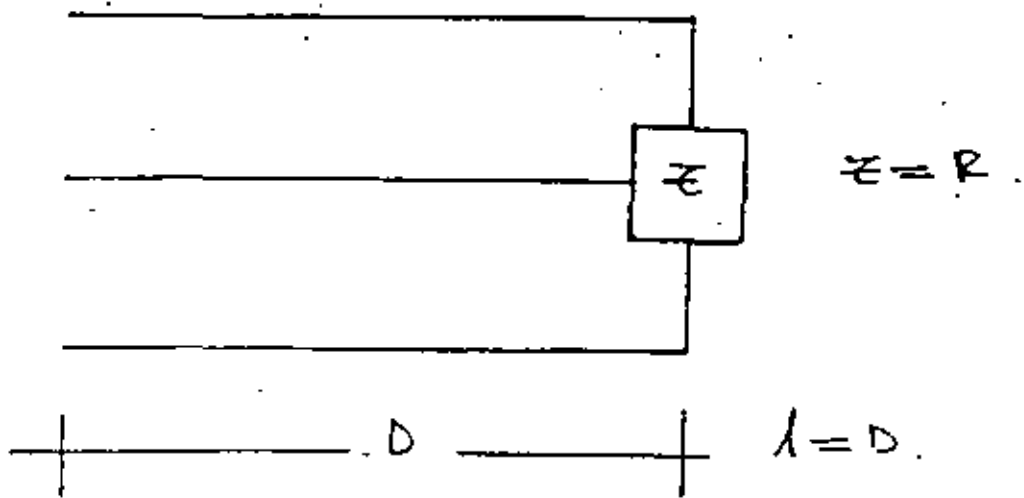
$$\therefore S = \frac{I \rho L \cos \phi}{V_1 - V_2} ; \text{ pero } V_1 - V_2 = V_1 [V_c(\%)]$$

$$\Rightarrow \therefore \left[S = \frac{2 I \Delta \rho \cos \phi}{V_c V_1} ; \text{ para cable } \rho = 1/57 \Omega \text{ mm}^2/\text{m} \right]$$

$$\Rightarrow S = 2 I \Delta \cos \phi / 57 V_c V_1 \text{ Encirc. mono}$$

Para circuitos trifásicos

24



$$S = \frac{I D}{57.74 \frac{V_l}{\sqrt{3}}} \cos \phi = \frac{\sqrt{3} I D \cos \phi}{57.74 V_l}$$

$$\text{mm}^2 = \frac{2 \times I \times D}{57 \times V \times \%C} \quad (\text{monofásico})$$

$$\text{mm}^2 = \frac{\sqrt{3} \times I \times D}{57 \times V \times \%C}$$

EJEMPLO: $I = 20 \text{ Amp.}$

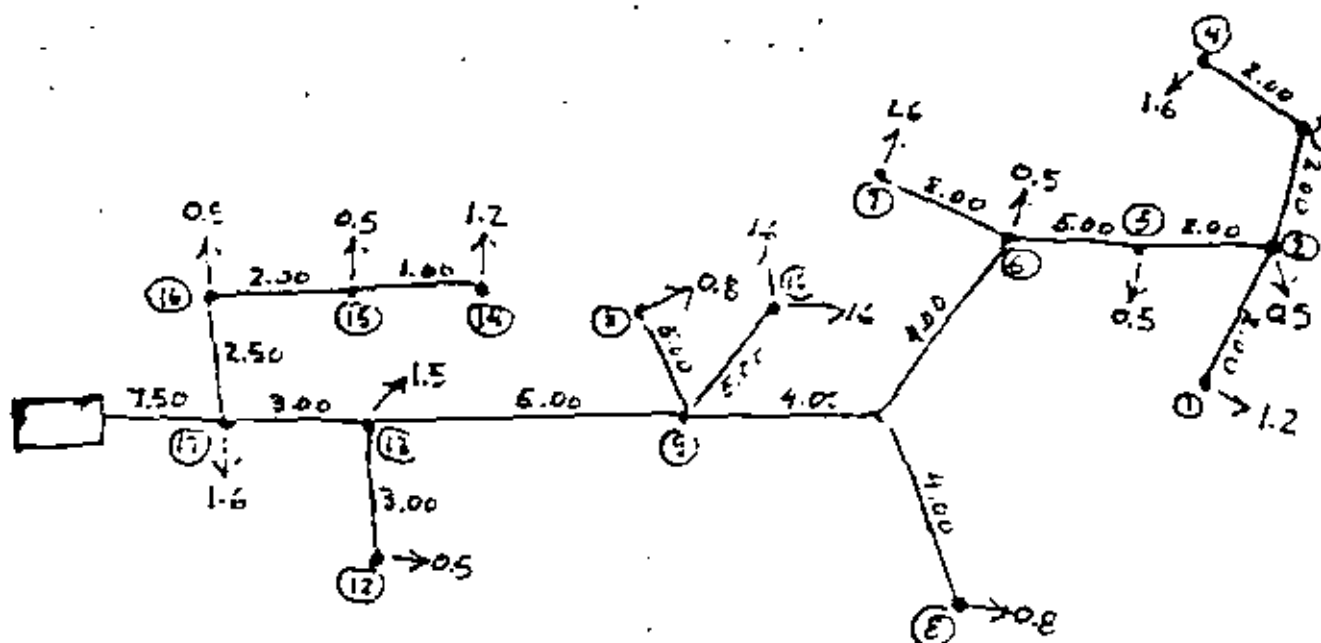
$D = 120 \text{ m.}$

monofásico a 127.5 V

$\%C = 3\%$

$$\text{mm}^2 = \frac{2 \times 20 \times 120}{57 \times 127.5 \times 0.03} = 22.01 \text{ mm}^2 \longrightarrow \text{DE TABLA}$$

AWG #2



	D	I	IxD
①	$7.5+3.0+5.0+4.0+4.0+5.0+2.0+2.0 = 32.5$	1.2	39.0
②	$32.5-2$	0.5	15.3
③	$30.5+2$	2.0	65.0
④	$32.5+2$	1.6	55.2
⑤	$30.5-2$	0.5	14.3
⑥	$28.5-5$	0.5	11.8
⑦	$23.5+3$	1.6	45.6
⑧	$23.5-4+4$	0.8	18.8
⑨	$23.5-4-4$	15.5	
⑩	$15.5+5$	20.5	65.6
⑪	$15.5+5$	20.5	16.4
⑫	$15.5-5+3$	18.5	8.3
⑬	$15.5-5$	10.5	15.8
⑭	$10.5-3+2.5+2+1$	13.0	15.6
⑮	$13-1$	12.0	6.0
⑯	$12-2$	10.0	9.0
⑰	$10-2.5$	7.5	12.0
	18.9	414.7	

$$\bar{D} = \frac{414.7}{18.9} = 21.9$$

$$\bar{D} = 7.5 + 3 + 5 + 4 + 4 = 23.5 \rightarrow \text{⑥}$$

AISLAMIENTO

27

FUNCION DE

- TENSION APLICADA
- TEMPERATURA de OPERACION
- CONDICIONES del AMBIENTE

DESCRIPCION de los AISLAMIENTOS (NEMA).

operación:	60°C	75°C	110°C	125°C	200°C	90°C
R	RE	AVA	AI	Δ	TA	
RW	RHW	AVL	AIΔ	ΔΔ	V	
T	THA			ΔΔΔ	ΔVB	
TW	THWN			ΔΔΔΔΔ		

R = Rubber ; Hule

RE = Rubber- Heat ; Hules resistentes al calor.

TA = Termo-Asbesto.

RW = Rubber-Water; Hule resistente a la humedad.

T = Termoplástico.

TW = Termoplástico resistente a la humedad.

THWN = Termoplástico resistente a la humedad con capa de Nylon.

ΔVB = Asbesto, tela de Cambray y algodón.

AVA = Doble capa de Asbesto.

AVL = Asbest, Tela de Cambray y Plomo (blindaje).

AI = Asbest Impregnado.

AIΔ = Doble capa de Asbesto Impregnado.

⊕ Características de Conductores

Nombre Comercial	Letras Simbólicas	Temperatura	Aislante	Cubierta Exterior	Utilización
Resistente al calor	RH RHH	75°C 167°F 90°C 194°F	Goma resistente al calor	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la llama	Locales secos
Resistente al calor y a la humedad	RHW	75°C 167°F	Goma resistente al calor y a la humedad	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la llama	Locales húmedos y secos
Goma latex, resistente al calor	RUH	75°C 167°F	Goma sin grano, no molida, 90°	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la llama	Locales secos
Goma latex, resistente a la humedad	RUV	60°C 140°F	Goma sin grano, no molida, 90°	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la llama	Locales húmedos y secos
Termoplástico	T	60°C 140°F	Colapuesto termoplástico, retardador de llama	Ninguna	Locales secos
Termoplástico, resistente a la humedad	TW	60°C 140°F	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la llama	Ninguna	Locales húmedos y secos
Termoplástico, resistente al calor	THHN	90°C 194°F	Termoplástico, resistente al calor, retardador de la llama	De nylon	Locales secos
Termoplástico, resistente a la humedad y al calor	THW	75°C 167°F	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la llama	Ninguna	Locales secos y húmedos
Termoplástico, resistente a la humedad y al calor	THWN	75°C 167°F	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la llama	De nylon	Locales secos y húmedos
Colocación térmica del polietileno, cadena cruzada, resistente a la humedad, y al calor	XHHW	90°C 194°F 75°C 167°F	Polietileno, cadena cruzada, retardador de llama	Ninguna	Locales secos Locales húmedos
Termoplástico, resistente a la humedad al calor y al aceite	MTW	60°C 140°F 90°C 194°F	Termoplástico, resistente a la humedad, al calor, y al aceite retardador de llama	(A) Ninguna (B) De nylon	Locales húmedos, alambrado en máquinas herramientas Locales secos, alambrados en máquinas herramientas
Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite	THW-MTW	90°C 194°F 75°C 167°F	Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, retardador de la llama	Ninguna	Locales secos y húmedos Aplicaciones especiales en descargas eléctricas en equipo de alambrado limitado a un circuito abierto de 1000 volts o menos

Características de Conductores
(Continuación)

Número Comercial	Letra Simbol	Temperatura	Amianto	Cubierta Exterior	Utilización
Termoplástico y amianto	TA	90°C 194°F	Termoplástico y amianto	No metálica, retardadora de la llama	Instalaciones de tableros de distribución solamente
Trenzado con fibras termoplásticas	TBS	90°C 194°F	Termoplástico	No metálica, retardadora de la llama	Solo alambrados de tableros
Sintético, resistente al calor	SIS	90°C 194°F	Goma, resistente al calor	Ninguna	Solo alambrados de tableros
Con cubierta metálica y aislante mineral	MI	85°C 185°F	Oxido de magnesio	De cobre	Locales húmedos y secos con ajustes terminales del tipo C. Para aplicaciones especiales la máxima temperatura de funcionamiento, 250°C
Silicón-Amianto	SA	90°C 194°F	Goma o silicón	Amianto o vidrio	Locales secos. Temp. máxima de operación para aplicaciones especiales, 125°C
Fluorizado Etileno Propileno	FEP	90°C 194°F	Fluorizado Etileno Propileno	Ninguna	Locales secos
	FEPB	200°C 392°F	Fluorizado Etileno Propileno	Trenzado de vidrio, Trenzado de amianto	Locales secos, aplicaciones especiales
Batista Barnizada	V	85°C 185°F	Batista Barnizada	No metálica, o Funda de plomo	Solamente en locales secos. Menores que el No. 6 con permiso especial
Amianto y Batista Barnizada	AVA	110°C 230°F	Amianto Impregnado y batista barnizada	Trenzado de Amianto o Vidrio	Locales secos unicamente
	AVL	110°C 230°F		Funda de plomo	Locales húmedos y secos
	AVB	90°C 194°F		Trenzado de algodón, retardadora de llama cableado de cuadros	Locales secos unicamente
Amianto	A	200°C 392°F	Amianto	Sin trenzado de Amianto	Locales secos unicamente. En canalizaciones solamente para conductores que van a aparatos o estén en su interior. Limitado a 300 V.
	AA	200°C 392°F	Amianto	Con trenzado de amianto o vidrio	Locales secos unicamente. Instalaciones a la vista. En canalizaciones solamente para conductores que van a aparatos o estén en su interior.
	AI	125°C 257°F	Amianto impregnado	Sin trenzado de amianto	
	AIA	125°C 257°F	Amianto impregnado	Con trenzado de amianto o vidrio	
Papel	—	85°C 185°F	Papel	Funda de plomo	Para conductores de acometidas subterráneos o con permiso especial
Poliétileno termofijo de cadena cruzada	XLP	90°C 194°F	Poliétileno vulcanizado termofijo de cadena cruzada	No metálica, retardadora de llama, resistente a la humedad	Locales húmedos/secos, directamente enterrado

RESISTENCIA

MECANICA

30

DEBE SOPORTAR

• ESFUERZOS INSTALACION

• ESFUERZOS durante OPERACION

(Ej. Viento, Nieve, etc...)

Formulas Mecánicas de Aplicación en Electricidad

Para el cobre:

Ecuación del cambio de condiciones:

Para el cobre:

$$t_2 \{ t_1 + 0.0425 \frac{a^2 m^2}{t_1} + 0.217 (\theta_2 - \theta_1) - t_1 \} = 0.0423 a^2 m^2$$

Para el aluminio:

$$t_2 \{ t_1 + 0.0070 \frac{a^2 m^2}{t_1} + 0.115 (\theta_2 - \theta_1) - t_1 \} = 0.0020 a^2 m^2$$

Para el acero:

$$t_2 \{ t_1 + 0.0735 \frac{a^2 m^2}{t_1} + 0.382 (\theta_2 - \theta_1) - t_1 \} = 0.0736 a^2 m^2$$

- a = vano conductor en metros.
- t_1 = tensión específica de montaje en kg/mm^2 .
- t_2 = tensión específica en kg/mm^2 a que está sometido el conductor por causa del cambio de condiciones.
- θ_1 = temperatura en grados centígrados, en el momento del tensado.
- θ_2 = temperatura en grados centígrados al cambiar las condiciones.
- m = coeficiente de sobrecarga en el conductor durante el tendido (se admite que no hay viento = 1).
- m_1 = coeficiente de sobrecarga en el conductor al variar las condiciones = G/P_0 , siendo G la fuerza resultante del peso del conductor en el vano y la acción del viento de 60 kg sobre él mismo; y P_0 el peso del conductor en el vano.

Flecha del conductor.

$$f = \frac{a^2 P}{8 t_2}$$

- f flecha en metros
- a longitud vano en metros.
- P peso y carga de un metro de conductor en kg.
- s sección del conductor en mm^2 .
- t_2 tensión específica a considerar en kg/mm^2

Apoyos de madera.

Esfuerzo transversal horizontal:

$$R = \frac{1000 M}{d^3}$$

- R esfuerzo de trabajo a flexión en la sección de empotramiento en kg/cm^2 .
- M momento flector en kgm .
- d diámetro poste en cm, en el empotramiento.

Soportes de aisladora.

$$h = 0.1 \frac{M_1}{d^3}$$

- R esfuerzo de trabajo a flexión en la sección de empotramiento en kg/mm^2 .
- P igual a 3 veces el esfuerzo máximo que puede soportar el conductor en tr.
- h brazo de palanca en cm.
- d diámetro soporte en la sección de empotramiento en cm.

Cargas de Ruptura a la Tension

CALIBRE A.W.G.	DUR		SEMI-DUR				SUAVE	
	Mínimo Kg.	Máximo Unidades Kg. cm ²	Máximo Kg.	Mínimo Kg.	Máximo Unidades Kg. cm ²	Mínimo Unidades Kg. cm ²	Máximo Kg.	Máximo Unidades Kg. cm ²
4/0	3693.665	3445.20	3694.027	3166.128	3445.19	2953.02	2713.888	2531.16
3/0	3049.099	3585.80	2989.224	2570.551	3515.50	3023.33	2152.332	2531.16
2/0	2503.418	3712.40	2417.461	2036.106	3585.80	3093.64	1705.807	2531.16
1/0	2048.911	3931.90	1955.143	1601.922	3656.12	3163.95	1353.542	2531.16
1	1672.876	3943.80	1580.201	1371.688	3727.05	3234.26	1102.155	2501.47
2	1362.160	4049.30	1276.893	1111.320	3796.74	3304.57	874.994	2601.47
3	1106.330	4148.30	1031.350	899.942	3867.05	3384.88	694.003	2601.47
4	893.697	4225.03	822.694	718.502	3889.70	3397.60	550.216	2601.47
5	721.677	4302.36	656.404	573.350	3912.90	3416.60	427.317	2601.47
6	580.608	4365.63	523.771	458.135	3937.36	3445.20	346.051	2601.47
7	467.208	4428.90	417.720	365.873	3960.00	3467.90	274.423	2601.47
8	374.673	4478.11	333.305	292.073	3983.20	3491.10	217.637	2601.47
9	299.920	4520.29	265.764	233.241	4007.67	3515.50	172.595	2601.47
10	240.045	4562.47	212.058	186.157	4030.30	3538.20	139.430	2706.93
11	191.827	4597.62	159.102	148.599	4053.50	3551.40	112.946	2706.93
12	152.863	4618.71	134.900	118.661	4078.00	3585.80	89.586	2706.93
13	121.565	4632.77	112.129	94.711	4100.50	3608.50	71.033	2706.93
14	96.844	4653.86	85.775	75.569	4123.80	3631.70	56.337	2706.93
15	77.021	4667.92	68.448	60.328	4138.30	3655.60	44.670	2706.93
16	61.281	4681.98	54.549	48.172	4170.90	3678.80	35.426	2706.93
17	48.762	4696.04	43.545	39.424	4194.00	3702.00	28.091	2706.93
18	38.769	4710.10	34.727	30.667	4218.60	3726.50	22.230	2706.93
19	30.840	4724.16					17.667	2706.93
20	24.530	4738.32					14.011	2706.93
21	19.4365	4759.31					11.1132	2706.93
22	15.5403	4773.37					8.8134	2706.93
23	12.3401	4787.43					6.9899	2706.93
24	9.8295	4801.49					5.7561	2812.40
25	7.8291	4822.58					4.5677	2812.40
26	6.2279	4836.64					3.6210	2812.40
27	4.9533	4850.70					2.8718	2812.40
28	3.9454	4871.79					2.2775	2812.40
29	3.1380	4878.82					1.8057	2812.40
30	2.4957	4897.91					1.4320	2812.40
31	1.9849	4913.97					1.1358	2812.40
32	1.5807	4935.06					0.9008	2812.40
33	1.25737	4949.12					0.71442	2812.40
34	0.99973	4963.18					0.56654	2812.40

Carga de ruptura - La carga de ruptura está basada en el diámetro nominal de los alambres, variando ésta de acuerdo con la tolerancia en los calibres.

Usando valores mínimos para alambre duro; mínimos y máximos para alambre semi-duro; y máximo para alambres suaves o recocidos.
NOTA: Para alambres semi-duros, calibres No. 19 y menores no hay especificaciones.

EVITA LOS DAÑOS a una I.E.
QUE PUEDAN ORIGINARSE POR:-

- SOBRECORRIENTE
- BAJA CORRIENTE
- SOBREVOLTAJE
- BAJOVOLTAJE
- CORRIENTE INVERSA
- ROTACION de FASES INVERSA
- DESCARGAS ATMOSFERICAS
- FALLAS a TIERRA.

PROTECCION VS SOBRECORRIENTE:-

ART 8-ROIE: "ABRIR EL CIRCUITO ELECTRICO SI LA CORRIENTE ALCANZA UN VALOR QUE PUEDA PRODUCIR UNA TEMPERATURA EXCESIVA o PELIGROSA en LOS CONDUCTORES. o EN EL AISLAMIENTO de LOS MISMOs."

SOBRECORRIENTE

CORRIENTE CIRCULANTE

CORRIENTE
DE
DISEÑO

SOBRECORRIENTE

SOBRECARGA

CORTO-CIRCUITO

SOBRECARGA:- I AUMENTA AL AUMENTAR W.

$$I_{sc} = \frac{W}{E} \longrightarrow \begin{cases} \text{AUMENTA LENTAMENTE} \\ I_{sc} > I_0 \end{cases}$$

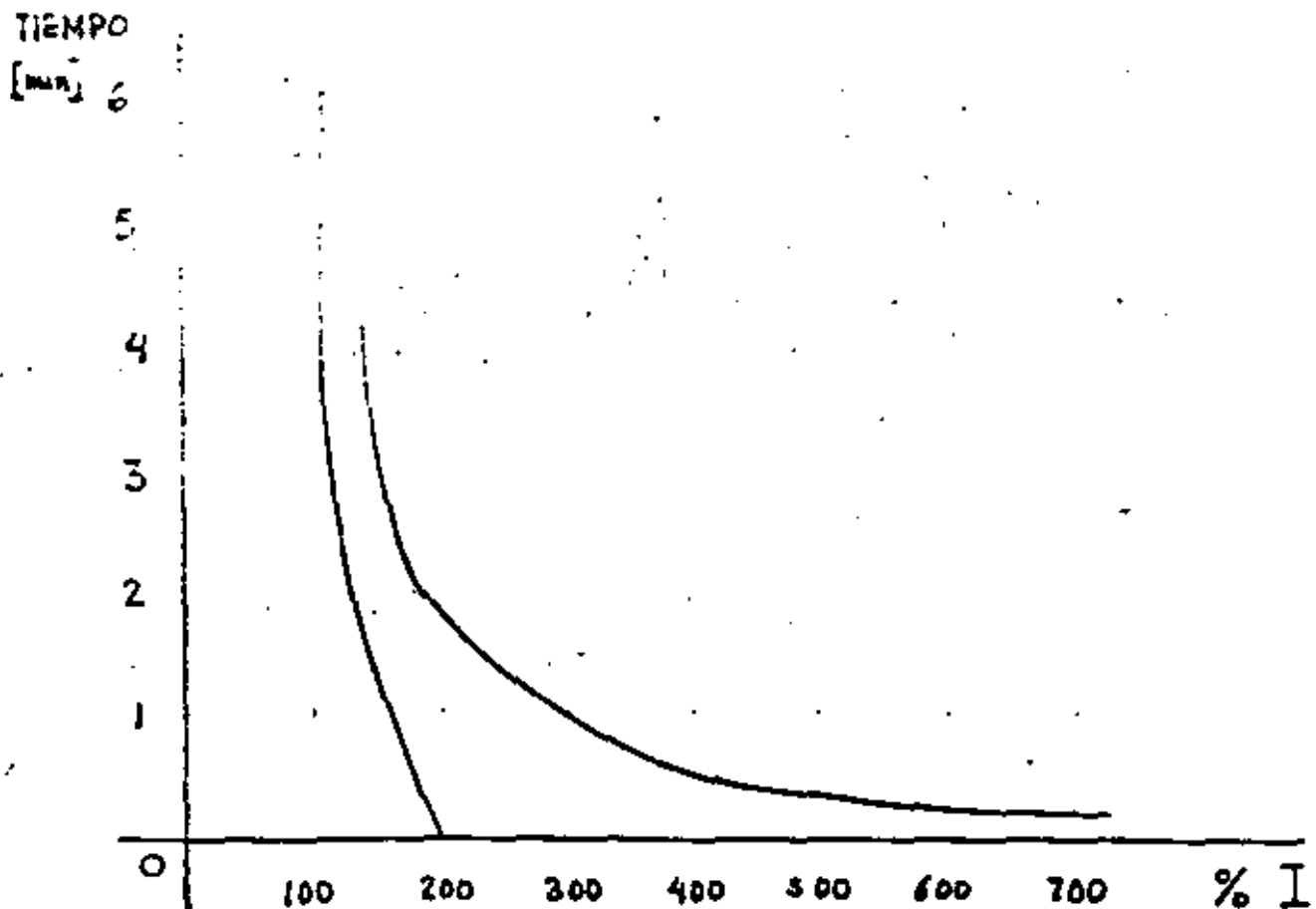
CORTOCIRCUITO:- I AUMENTA AL REDUCIR R

$$I_{sc} = \frac{E}{R} \longrightarrow \begin{cases} \text{AUMENTA MUY RÁPIDAMENTE} \\ I_{sc} \gg I_0 \end{cases}$$

CARACTERÍSTICAS DE UN DISPOSITIVO DE PROTECCION VS SOBRECORRIENTE

- 1- TIEMPO DE OPERACION
- 2- OPERACION SEGURA (SIN DESTRUIRSE)

1.- TIEMPO DE OPERACION



EXIGIBLES (NORMAS U.L.):

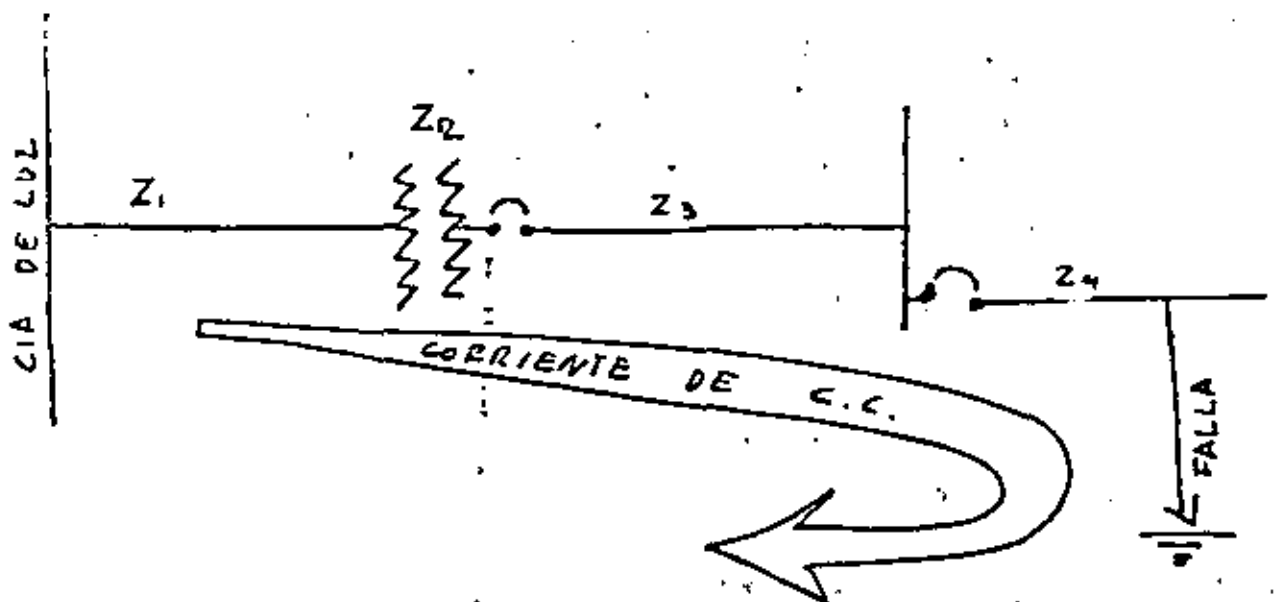
O.K. { TIEMPO DE POSICION: 1 - 2 HS
 SOBRECARGA: 85% - 25%

OPERACION SEGURA

CAPACIDAD INTERRUPTIVA > CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO.

CAPACIDAD INTERRUPTIVA → CARACTERÍSTICA DEL DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN.

CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO → CARACTERÍSTICA DE LA RED DE SUMINISTRO Y DE LA INSTALACION.



I_{cc} → LIMITADA POR $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 \dots$ etc.

EJEMPLO: -

TRANSFORMADOR DE 75KVA

$$Z = 5\%$$

$$V_2 = 120/240 \text{ V}$$

CORRIENTE A PLENA CARGA EN
EL SECUNDARIO:

$$I_s = \frac{75\,000}{240} = 312 \text{ amp.}$$

CORRIENTE DE C.C. (APROX) EN EL SECUNDARIO: -

$$I_{cc} = \frac{100\%}{\%Z} \times I_s$$

$$I_{cc} = \frac{100\%}{5\%} \times 312 = 6240 \text{ amp.}$$

CARACTERISTICAS DEL MEDIO DE
PROTECCION:

1- CORRIENTE NOMINAL
A PLENA CARGA.

2- CAPACIDAD INTERRUPTIVA.

DISPOSITIVOS DE PROTECCION VS SOBRECORRIENTE

OBJETIVO: ABRIR CIRCUITO → OPERACION AUTOMATICA

PRINCIPIOS
DE
OPERACION :-

① - TERMICO

- FUSIBLES
- ELEMENTOS TERMICOS
- INTERRUPTORES TERMICOS

② - MAGNETICO

- RELEVADORES
- INTERRUPTORES MAGNETICOS

③ - MIXTOS.

- INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

FUSIBLES

39

CLASIFICACION:

SEGUN:-

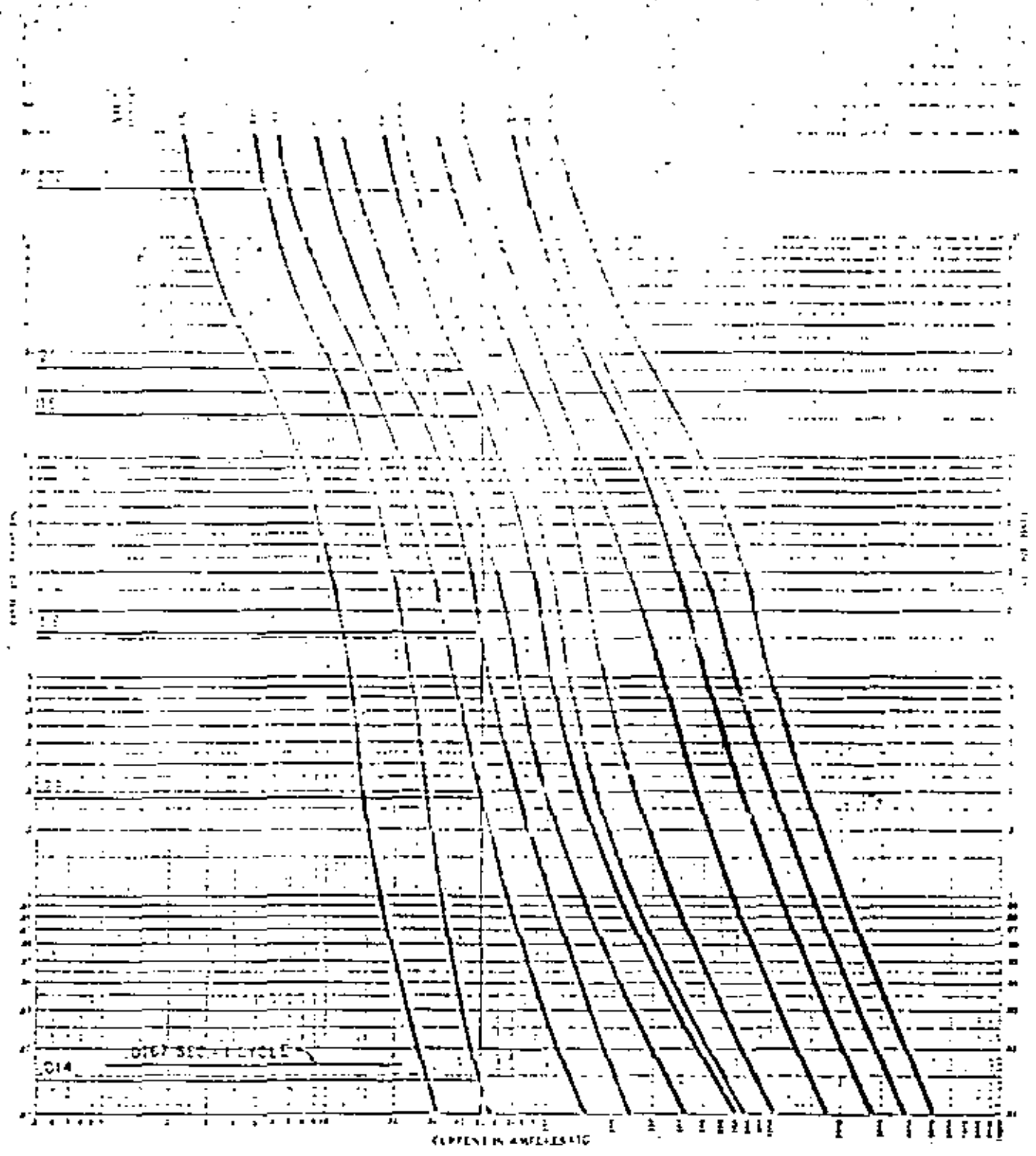
- TIPO DE CONSTRUCCION
 - TAPON (30A).
 - CARTUCHO
 - CONTACTO FERRULA (→60)
 - CONTACTO NAVAVA (60→60)
 - CONTACTO NAVAVA
 - CON TORNILLO (600→6000)
- USC
 - UNA OPERACION
 - RENOVABLE
- TIEMPO DE OPERACION
 - INSTANTANEO
 - RETARDADO
 - DOBLE ELEMENTO

CARACTERISTICAS de "U.L." P/FUSIBLES:

- DIMENSIONES CONTROLADAS
- OPERACION A BAJA TEMPERATURA.
- 10% DE SOBRECARGA INDEPENIDA SIN ABRIR (aire)
- SOPORTAR ICC.
- OPERACION: DE 0 A 60 AMP:
 - MAXIMO 1 HORA → { 25% AIRE } ← MAS de 60AMP.
 - { 25% CAIA } ← MAXIMO: 2 HORAS

USOS :-

- TAPON
 - CIRCUITOS ALUMBRADO, CALEFACCION.
- TAPON (Doble El.)
 - CIRCUITOS (CUALQUIER TIPO), MOTORES PEQUEÑOS.
- CARTUCHO (UNA OP.)
 - ALIMENTADORES, FALLA EVENTUAL.
- CARTUCHO (TIEMPO RETARDADO)
 - ALIMENTADORES, FALLA FRECUENTE.
- CARTUCHO (DOBLE ELEMENTO)
 - ALIMENTADORES, CIRCUITOS FUERZA.



some manufacturers carry their curves up to the 100-sec point.

Now let's go back to Fig. 7-1. How shall we read the curves to interpret what they mean? Simple enough. Let's assume we are concerned with a short-circuit current of 500 amps. The

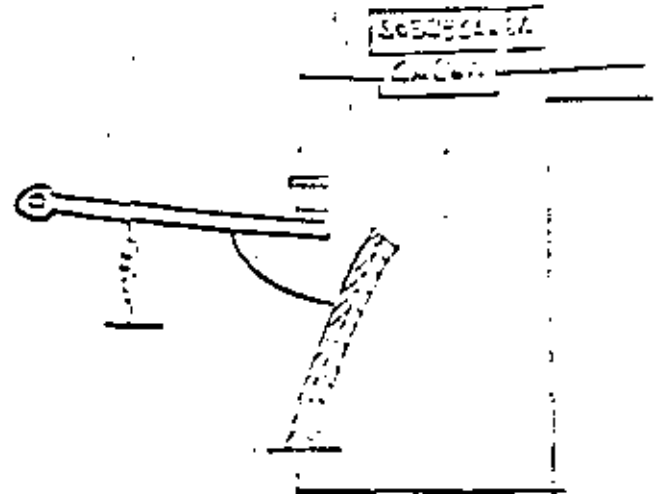
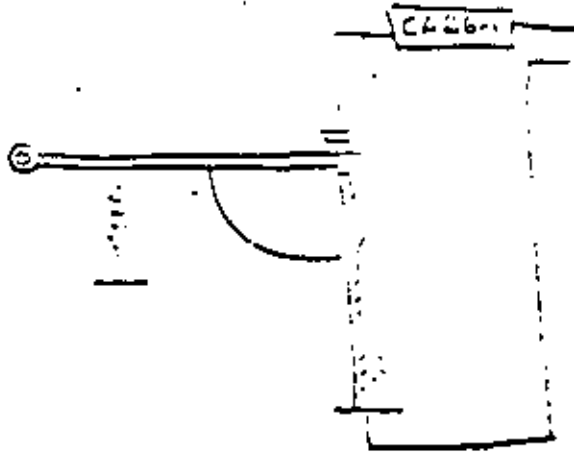
current scale is labeled "Current in amperes $\times 10$," so we have to multiply the scale numbers by 10.

Therefore, we go to 50 (500 amps) and follow the vertical line straight up. At the point where the line intersects (crosses) a fuse curve, we go

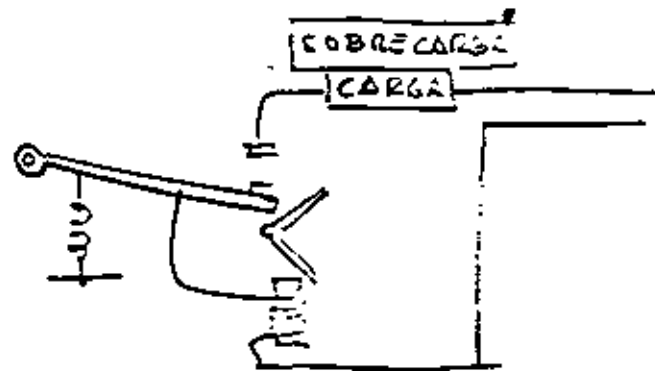
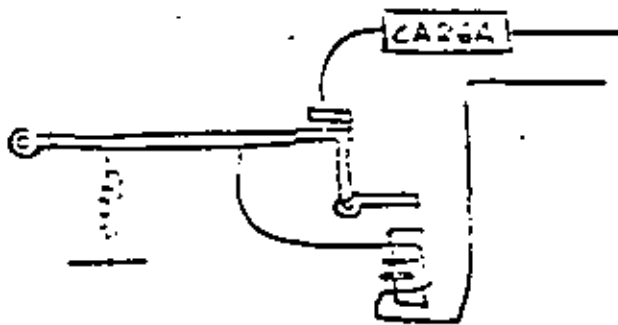
straight left to the "Time" scale and read the time it will take for that fuse to melt and open with 500 amps flowing through the fuse. If we repeat this procedure for all the fuse ratings represented in Fig. 7-1, we get the following average melting times:

INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (SENSOR)

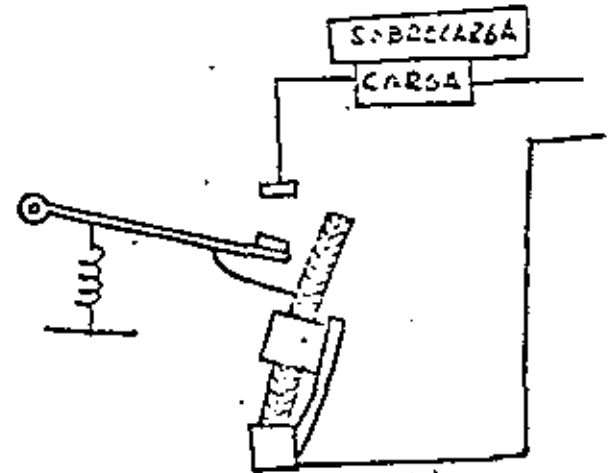
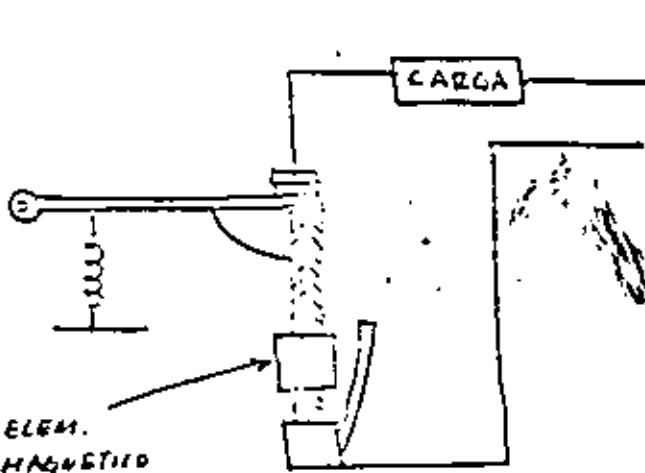
PRINCIPIO TERMICO.



PRINCIPIO MAGNETICO



PRINCIPIO ELECTROMAGNETICO



DE CONDUCTORES (NEC ART- E)

UBICACION: EN EL PUNTO DE ALIMENTACION DE LOS CONDUCTORES QUE PROTEGAN, O LO MAS CERCA QUE SE PUEDA...

CAPACIDAD: DE ACUERDO CON SU CORRIENTE PERMISIBLE

NO EXCEDER 150% I_n

→ TOMAR EN CUENTA CORRECCIONES DEBIDAS A TEMP. Y CABLEZACION.

→ DERIVACIONES CON CABLE DIFERENTE: CAMBIA I PERMISIBLE

SE REQUIERE PROTECCION

• DE MOTORES. (ROIE ART-28-15)

SOBRECARGA:
(ROIE-ART-28-15)

MENOR de ICP $\left\{ \begin{array}{l} \text{MANUAL} \rightarrow \text{PROTECCION} = \text{PROTECCION CIRCUITO} \\ \text{AUTOMATICO} \rightarrow \text{PROTECCION} = 140\% \text{ DE } I_n. \end{array} \right.$

MAYOR de ICP \rightarrow PROTECCION NO MAYOR de 140% de I_n .

CORTOCIRCUITO
(ROIE-ART-28-22)

PROTECCION NO MAYOR de 400% I_n .

• DE CIRCUITOS DE FUERZA

DEBERA SOPORTAR LA CORRIENTE DE ARRANQUE DEL MOTOR O MOTORES ⁽¹⁾ EN EL CIRCUITO

→ NO EXCEDER DE: $\left\{ \begin{array}{l} \text{ROIE } 400\% I_n \\ \text{NEC: TABLA } \left\{ \begin{array}{l} 430-152 \\ 430-153 \end{array} \right. \\ \text{SEGUN CLASIFICACION DE TABLA 430-7} \end{array} \right.$

(1) VARIOS MOTORES:

$$400\% I_{m\text{ mayor}} + \sum I_n \text{ (DEMÁS MOTORES)}$$

Table 430-152. Maximum Rating or Setting of Motor Branch-Circuit Protective Devices

Type of Motor	Percent of Full-Load Current			
	Non-time Delay Fuse	Double-Element (Time-Delay) Fuse	Instantaneous Fuse (No-Delay)	Time-Limit Breaker
Single-phase, all types No code letter	300	175	200	250
All AC single-phase and polyphase squirrel-cage and synchronous motors with full-voltage, resistor or reactor starting: No code letter	300	175	700	250
Code letter F to V	300	175	700	250
Code letter H to E	250	175	700	200
Code letter A	150	150	700	150
All AC squirrel-cage and synchronous motors with autotransformer starting: Not more than 30 amps No code letter	250	175	700	200
More than 30 amps No code letter	200	175	700	200
Code letter F to V	250	175	700	200
Code letter H to E	200	175	700	200
Code letter A	150	150	700	150
High-reactance squirrel-cage Not more than 30 amps No code letter	250	175	700	250
More than 30 amps No code letter	200	175	700	200
Wound rotor — No code letter	150	150	700	150
Direct-current No more than 50 hp No code letter	150	150	250	150
More than 50 hp No code letter	150	150	175	150

For explanation of Code Letter Marking, see Table 430-7(b).

For certain exceptions to the values specified see Sections 430-52, -54. The values given in the last column also cover the ratings of nonadjustable time-limit types of circuit breakers which may be modified as in Section 430-52.

Synchronous motors of the low-torque, low-speed type (usually 450 RPM or lower), such as are used to drive reciprocating compressors, pumps, etc., which start unloaded, do not require a fuse rating or circuit-breaker setting in excess of 200 percent of full-load current.

ARTICLE 440—AIR-CONDITIONING AND REFRIGERATING EQUIPMENT

A. General

440-1. Scope.

The provisions of this Article apply to electric motor-driven air-conditioning and refrigerating equipment, and to the branch circuits and controllers for such equipment. It provides for the special considerations necessary for circuits supplying sealed (hermetic-type) motor-compressors and for any air-conditioning and refrigerating equipment which is supplied from an individual branch circuit which supplies a sealed (hermetic-type) motor-compressor.

440-2. Other Articles.

(a) These provisions are in addition to, or amendatory of, the provisions of Article 430 and other Articles in this Code, which apply as so modified in this Article.

(b) The rules of Articles 422, 424, or 430, as applicable, shall apply to air-conditioning and refrigerating equipment which does not incorporate a sealed (hermetic-type) motor-compressor. Examples of such equipment are devices which employ refrigeration compressors driven by conventional motors, furnaces with air conditioning evaporator coils installed, fan-coil units, remote forced air-cooled condensing units, remote evaporator refrigerators, etc.

(c) Devices such as room air conditioners, household refrigerators and freezers, drinking-water coolers, and beverage dispensing units to be considered appliances and the provisions of Article 422 shall also apply.

(d) Hermetic motor-compressors, circuits, controllers, and equipment shall also comply with the applicable provisions of the following:

- Capacitors Section 460
- Garages, Aircraft Hangars, Gasoline Dispensing and Service Stations, Bulk Storage Plants, Finishing Processes and Flammable Anesthetics Articles 511, 513, 514, 515, 516, and 517-2
- Hazardous Locations Articles 500 thru 533
- Motion-Picture Studios Article 510
- Resistors and Reactors Article 470

440-3. Marking on Sealed (Hermetic-Type) Motor-Compressors and Equipment.

(a) A sealed (hermetic-type) motor-compressor shall be provided with a nameplate which shall give the manufacturer's name, trademark or symbol; identifying designation; the phase; voltage; and frequency. The rated-load current in amperes of the motor-compressor shall be marked on either or both the motor-compressor nameplate and the nameplate of the equipment in which the motor-compressor is used. The locked-rotor current of each single-phase motor-compressor having a rated load current of more than 9 amperes at 115 volts

44

111



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

EN COLABORACION CON LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, CURSO:
INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

A N E X O: A

VERACRUZ, VER. OCTUBRE, 1982

Appendix— Illuminance Selection

SECTION A

The Society's current illuminance recommendations are a part of Section 2, Lighting System Design Considerations, of the 1981 Application Volume, in a subsection titled Illuminance Selection and Application. As a convenience to the reader of this Reference Volume, that same material is being repeated here (with the same figure and reference numbers*); however, its presence here without appropriate specific application information, such as found in the various application sections of the 1981 Application Volume, does not mean to imply that lighting should be designed based on illuminance alone.

The reader is cautioned that the Society, from time to time, revises and expands its illuminance recommendations. All revisions will be published in the next edition of the Application Volume and in the Society's newer publications.

Illuminance Selection and Application

A New Illuminance Selection Procedure. Since 1958 the Society has been publishing single-value illuminance recommendations based on a method established at that time.¹ In recent years it became apparent, through on-going research and design experience, that it was time to move away from the single-value recommendations to a range approach—illuminance ranges accompanied by a weighting-factor guidance system reflecting lighting-performance trends found in research. In 1979 the Society established such a new procedure.⁶

* References are as follows:

1. Committee on Recommendations for Quality and Quantity of Illumination of the IES. "RQQ Report No. 1—Recommendations for Quality and Quantity of Illumination." *Illum. Eng.*, Vol. 56, p. 422, August, 1956.
6. Committee on Recommendations for Quality and Quantity of Illumination of the IES. "RQQ Report No. 6—Selection of Illuminance Values for Interior Lighting Design." *J. Illum. Eng. Soc.*, Vol. 9, p. 1nd, April, 1980.
7. *Guide on Interior Lighting*, CIE Publication No. 29 (TC-4) (1975).
8. *Uniform Framework of Methods for Evaluating Visual Performance Aspects of Lighting*, CIE Publication No. 19 (TC-3) (1972).

Since early 1979 the Society's committees have applied the new procedure in preparing new interior illuminance recommendations* for this Handbook and for the Society's recommended practices and committee reports.

It is intended that this new procedure will accommodate a need for flexibility in determining illuminance levels so that lighting designers can tailor lighting systems to specific needs, especially in an energy conscious era. Such flexibility requires that additional information be available to effectively use the new range approach—a *lighting task* must be considered to be composed of the following:

1. The visual display (details to be seen).
2. The age of the observers.
3. The importance of speed and/or accuracy for visual performance.
4. The reflectance of the task (background on which the details are seen).

The visual display is the object being viewed—it will present some inherent visual difficulty. The age of the observer is a predictor of the condition of the observer's visual system. The importance of speed and/or accuracy distinguishes between casual, important and critical seeing requirements. The reflectance will determine the adaptation luminance produced by the illuminance. These characteristics, considered in concert, determine the appropriate amount of light for the *lighting task*. All four must be considered as comprising the lighting task.

In applying the new procedure the first step is to determine a range of illuminances appropriate for the visual difficulty presented by the visual display, the first of the above characteristics, and then to determine a target value from that range on the basis of the remaining three characteristics. The Society's application committees, on a consensus basis, have established appropriate

* At this time illuminances for exteriors and for certain applications continue to be provided as single-value recommendations established on a consensus basis. See Fig. 2-2. See also page 2-4.

2-4 LIGHTING SYSTEM DESIGN CONSIDERATIONS

ranges of illuminances for various types of visual displays. Experience and judgment played an obvious, important role in the pairing of visual displays and these ranges. Nine ranges, called *Illuminance Categories*, have been established, patterned after those in the CIE Report No. 29.⁷ These are designated "A" through "I," covering illuminance levels from 20 to 20,000 lux (2 to 2000 footcandles). See Part I of Fig. 2-2. Further work of the application committees resulted in recommended ranges of illuminance for specific visual displays (tasks) and areas (see Fig. 2-2, Parts II and III).

Alternatively, if the inherent visual difficulty of a visual display has been measured in terms of its equivalent contrast, C , the Illuminance Category can be determined from Fig. 2-3.⁸ This table of equivalent contrasts and Illuminance Categories was established on a consensus basis by the Society's Committee on Recommendations for Quality and Quantity of Illumination.

For a given visual display, a specific value of illuminance can be chosen from the recommended range only if the second, third, and fourth characteristics of the lighting task are known; i.e., observers age, importance of speed and/or accuracy, and task reflectance. These should be determined at design time, by the designer in conjunction with the user. Specific target values of maintained illuminance cannot be determined before hand by the Society. Thus, the recommendations for most interior lighting tasks consist of an Illuminance Category determined by the visual display.

A guide for using the second, third and fourth characteristics of the lighting task, to determine a specific target value of illuminance, takes the form of a table of Weighting Factors (see Fig. 2-4). The designer or user determines the weight of each characteristic. A combined weighting factor then indicates whether the lower, middle or upper value of illuminance in the range is appropriate (see the procedure outlined below).

It can be seen that over-all design of this procedure makes it an illuminance selection procedure, where consensus-determined recommended ranges combine with user supplied information and judgment. The result is the determination of a specific target value of illuminance appropriate for the lighting task under consideration.

Limitations of the New Selection Procedure. This illuminance selection procedure is intended for use in interior environments where visual performance is an important consideration. It has been developed from a consideration

of experience and research results from visual performance experiments. Its use is then limited to applications where this information can be applied directly. Thus, the illuminance selection procedure⁸ is not used to determine the appropriate illuminances when:

1. Merchandising is the principal activity in the space and the advantageous display of goods is the purpose of lighting.
2. Advertising, sales promotion or attraction is the purpose of lighting.
3. Lighting is for sensors other than the eye, as in film and television applications.
4. The principle purpose of lighting is to achieve artistic effects.
5. Luminance ratios have a greater importance than adaptation luminance, as when it is desired to achieve a particular psychological or emotional setting rather than provide for visual performance.
6. Minimum illuminances are required for safety.
7. Maximum illuminances are established to prevent nonvisual effects, such as bleaching or deterioration due to ultraviolet and infrared radiation in a museum.
8. Illuminances are part of a test procedure for evaluating equipment, such as for surgical lighting systems.

Procedure for Selecting Illuminances. The procedure provides a method for determining a target maintained illuminance value for a single visual task, and as such will not assure an adequate illuminance level for a given space. This is especially true for those spaces in which a variety of visual tasks occurs. To help assure appropriate task illuminance as well as provide potential for increased energy savings, the designer should consider an illuminance target as the quantity of light required on the plane of the task.

The designer should be aware of, or assume, the potential visual tasks to be performed within the space. The illuminance level determined using this procedure is a function of the visual characteristics of that task. Therefore, the importance, duration and difficulty of each task in the space must be considered as each may dictate a different illuminance level. The importance of providing various illuminance levels can then be rated accordingly. Multiple level lighting systems, segregation of certain visual tasks, nonuniform lighting systems, or single level systems to meet the commonly occurring most critical visual task requirements, are options the designer must consider for system optimization.

The four step procedure described below requires the designer to select an Illuminance Cat-

Fig. 2-2. Currently Recommended Illuminance Categories and Illuminance Values for Lighting Design—
Target Maintained Levels

The tabulation that follows is a consolidated listing of the Society's current illuminance recommendations. This listing is intended to guide the lighting designer in selecting an appropriate illuminance for design and evaluation of lighting systems.

Guidance is provided in two forms: (1), in Parts I, II and III as an *Illuminance Category*, representing a range of illuminances (see page 2-4 for a method of selecting a value within each illuminance range); and (2), in parts IV, V and VI as an *Illuminance Value*. Illuminance Categories are represented by letter designations A through I. Illuminance Values are given in *lux* with an approximate equivalence in *footcandles* and as such are intended as target (nominal) values with deviations expected. These target values also represent *maintained* values (see page 2-24).

This table has been divided into the six parts for ease of use. Part I provides a listing of both Illuminance Categories and Illuminance Values for generic types of interior activities and normally is to be used when Illuminance Categories for a specific Area/Activity cannot be found in parts II and III. Parts IV, V and VI provide target maintained Illuminance Values for outdoor facilities, sports and recreational areas, and transportation vehicles where special considerations apply as discussed on page 2-4.

In all cases the recommendations in this table are based on the assumption that the lighting will be properly designed to take into account the visual characteristics of the task. See the design information in the particular application sections in this Application Handbook for further recommendations.

I. Illuminance Categories and Illuminance Values for Generic Types of Activities in Interiors

Type of Activity	Illuminance Category	Ranges of Illuminances		Reference Work Plane
		Lux	Footcandles	
Public spaces with dark surroundings	A	20-30-50	2-3-5	General lighting throughout spaces
Simple orientation for short temporary visits	B	50-75-100	5-7.5-10	
Working spaces where visual tasks are only occasionally performed	C	100-150-200	10-15-20	
Performance of visual tasks of high contrast or large size	D	200-300-500	20-30-50	Illuminance on task
Performance of visual tasks of medium contrast of small size	E	500-750-1000	50-75-100	
Performance of visual tasks of low contrast or very small size	F	1000-1500-2000	100-150-200	
Performance of visual tasks of low contrast and very small size over a prolonged period	G	2000-3000-5000	200-300-500	
Performance of very prolonged and exacting visual tasks	H	5000-7500-10000	500-750-1000	
Performance of very special visual tasks of extremely low contrast and small size	I	10000-15000-20000	1000-1500-2000	Illuminance on task, obtained by a combination of general and local (supplementary lighting)

II. Commercial, Institutional, Residential and Public Assembly Interiors

Area/Activity	Illuminance Category	Area/Activity	Illuminance Category
Air terminals (see Transportation terminals)		Barber shops and beauty parlors	E
Armories	C ¹	Churches and synagogues (see page 7-2) ²	
Art galleries (see Museums)		Club and lodge rooms	D
Auditoriums		Lounge and reading	D
Assembly	C ¹	Conference rooms	
Social activity	B	Conferring	D
Banks (also see Reading)		Critical seeing (refer to individual task)	
Lobby		Court rooms	
General	C	Seating area	C
Writing area	D	Court activity area	E ³
Tellers' stations	E ²	Dance halls and discotheques	B

For footnotes, see page 2-19.

2-6 LIGHTING SYSTEM DESIGN CONSIDERATIONS

Fig. 2-2. *Continued*

II <i>Continued</i>			
Area/Activity	Illuminance Category	Area/Activity	Illuminance Category
Depots, terminals and stations (see Transportation terminals)		Health care facilities	
Drafting		An. Balance (local)	E
Mylar		Anesthetizing	E
High contrast media; India ink, plastic leads, soft graphite leads	E ³	Autopsy and morgue ^{17, 18}	
Low contrast media; hard graphite leads	F ³	Autopsy, general	E
Vellum		Autopsy table	G
High contrast	E ³	Morgue, general	D
Low contrast	F ³	Museum	E
Tracing paper		Cardiac function lab	E
High contrast	E ³	Central sterile supply	
Low contrast	F ³	Inspection, general	E
Overlays ³		Inspection	F
Light table	C	At sinks	E
Prints		Work areas, general	D
Blue line	E	Processed storage	D
Blueprints	E	Corridors ¹⁷	
Sepia prints	F	Nursing areas—day	C
Educational facilities		Nursing areas—night	B
Classrooms		Operating areas, delivery, recovery, and labo- ratory suites and service	E
General (see Reading)		Critical care areas ¹⁷	
Drafting (see Drafting)		General	C
Home economics (see Residences)		Examination	E
Science laboratories	E	Surgical task lighting	H
Lecture rooms		Handwashing	F
Audience (see Reading)		Cystoscopy room ^{17, 18}	E
Demonstration	F	Dental suite ¹⁷	
Music rooms (see Reading)		General	D
Shops (see Part III, Industrial Group)		Instrument tray	E
Sight saving rooms	F	Oral cavity	H
Study halls (see Reading)		Prosthetic laboratory, general	O
Typing (see Reading)		Prosthetic laboratory, work bench	E
Sports facilities (see Part V, Sports and Recre- tional Areas)		Prosthetic laboratory, local	F
Caterinas (see Food service facilities)		Recovery room, general	C
Dormitories (see Residences)		Recovery room, emergency examination	E
Elevators, freight and passenger	C	Dialysis unit, medical ¹⁷	F
Exhibition halls	C ¹	Elevators	C
Fire halls (see Municipal buildings)		EKG and specimen room ¹⁷	
Food service facilities		General	B
Dining areas		On equipment	C
Cashier	D	Emergency outpatient ¹⁷	
Cleaning	C	General	E
Dining	B ⁶	Local	F
Food displays (see Merchandising spaces)		Endoscopy rooms ^{17, 18}	
Kitchen	E	General	E
Garages—parking (see page 14-24)		Peroneoscopy	D
Gasoline stations (see Service stations)		Culdoscopy	D
Graphic design and material		Examination and treatment rooms ¹⁷	
Color selection	F ¹¹	General	D
Charting and mapping	F	Local	E
Graphs	E	Eye surgery ^{17, 18}	F
Keylining	F	Fracture room ¹⁴	
Layout and artwork	F	General	E
Photographs, moderate detail	E ¹²	Local	F
		Inhalation therapy	D
		Laboratories ¹⁷	
		Specimen collecting	E
		Tissue laboratories	F
		Microscopic reading room	D
		Gross specimen review	F

For footnotes, see page 2-18. For illuminance ranges for each Illuminance Category, see page 2-3.

A-4

Fig. 2-2. Continued

II. Continued			
Area/Activity	Illuminance Category	Area/Activity	Illuminance Category
Chemistry rooms	E	Radiological suite ¹⁷	
Bacteriology rooms		Diagnostic section	
General	E	General ¹⁷	A
Reading culture plates	F	Waiting area	A
Hematology	E	Radiographic/fluoroscopic rooms	A
Linens		Film sorting	F
Sorting soiled linen	D	Barium kitchen	E
Central (clean) linen room	D	Radiation therapy section	
Sewing room, general	D	General ¹⁸	B
Sewing room, work area	E	Waiting area	B
Linen closet	B	Isotope kitchen, general	E
Lobby	C	Isotope kitchen, benches	E
Locker rooms	C	Computerized radiology section	
Medical illustration studio ^{17, 18}	F	Scanning room	B
Medical records	E	Equipment maintenance room	E
Nurseries ¹⁷		Solarium	
General ¹⁸	C	General	C
Observation and treatment	E	Local for reading	D
Nursing stations ¹⁷		Stairways	C
General	D	Surgical suite ¹⁷	
Desk	E	Operating room, general ¹⁸	F
Corridors, day	C	Operating table (see page 7-12)	
Corridors, night	A	Scrub room ¹⁸	E
Medication station	E	Instruments and sterile supply room	D
Obstetric delivery suite ¹⁷		Clean up room, instruments	E
Labor rooms		Anesthesia storage	C
General	C	Substerilizing room	C
Local	E	Surgical induction room ^{17, 18}	E
Birthing room	F ¹	Surgical holding area ^{17, 18}	E
Delivery area		Toilets	C
Scrub, general	G	Utility room	D
General	G	Waiting areas ¹⁷	
Delivery table (see page 7-15)		General	C
Resuscitation	G	Local for reading	D
Postdelivery recovery area	E	Homes (see Residences)	
Substerilizing room	B	Hospitals (see Health care facilities)	
Occupational therapy ¹⁷		Hotels	
Work area, general	D	Bathrooms, for grooming	D
Work tables or benches	E	Bedrooms, for reading	D
Patients' rooms ¹⁷		Corridors, elevators and stairs	C
General ¹⁸	B	Front desk	E ²
Observation	A	Linen room	
Critical examination	E	Sewing	F
Reading	D	General	C
Toilets	D	Lobby	
Pharmacy ¹⁷		General lighting	C
General	E	Reading and working areas	D
Alcohol vault	D	Canopy (see Part IV, Outdoor Facilities)	
Laminar flow bench	F	Kitchens (see Food service facilities or Residences)	
Night light	A	Libraries	
Parenteral solution room	D	Reading areas (see Reading)	
Physical therapy departments		Book stacks (vertical 760 millimeters (30 inches) above floor)	
Gymnasiums	D	Active stacks	D
Tank rooms	D	Inactive stacks	B
Treatment cubicles	D	Book repair and binding	D
Postanesthetic recovery room ¹⁷			
General ¹⁸	E		
Local	H		
Pulmonary function laboratories ¹⁷	E		

For footnotes, see page 2-19. For illuminance ranges for each illuminance category, see page 2-5.

2-8 LIGHTING SYSTEM DESIGN CONSIDERATIONS

Fig. 2-2. Continued

II. Continued			
Area/Activity	Illuminance Category	Area/Activity	Illuminance Category
Cataloging	D ²	Electronic data processing tasks	
Card files	E	CRT screens	B ^{12,13}
Carrels, individual study areas (see Reading)		Impact printer	
Circulation desks	D	good ribbon	D
Map, picture and print rooms (see Graphic design and material)		poor ribbon	E
Audiovisual areas	D	2nd carbon and greater	E
Audio listening areas	D	Ink jet printer	D
Microform areas (see Reading)		Keyboard reading	D
Locker rooms	C	Machine rooms	
Merchandising spaces		Active operations	D
Alteration room	F	Tape storage	D
Fitting room		Machine area	C
Dressing areas	D	Equipment service	E ¹⁴
Filing areas	F	Thermal print	E
Locker rooms	C	Handwritten tasks	
Stock rooms	D	#3 pencil and softer leads	E ³
Wrapping and packaging	D	#4 pencil and harder leads	F ²
Sales transaction area	E	Ball-point pen	D ³
Circulation (see page 8-6) ¹		Felt-tip pen	D
Merchandise (see page 8-6) ¹		Handwritten carbon copies	E
Feature display (see page 8-6) ¹		Non photographically reproducible colors	F
Show windows (see page 8-6) ¹		Chalkboards	E ²
Motels (see Motels)		Printed tasks	
Municipal buildings—fire and police		6 point type	E ²
Police		8 and 10 point type	D ³
Identification records	F	Glossy magazines	D ¹³
Jail cells and interrogation rooms	D	Maps	E
Fire hall	D	Newsprint	D
Museums		Typed originals	D
Displays of non-sensitive materials	D	Typed 2nd carbon and later	E
Displays of sensitive materials (see page 7-29) ²		Telephone books	E
Lobbies, general gallery areas, corridors	C	Residences	
Restoration or conservation shops and laboratories	E	General lighting	
Nursing homes (see Health care facilities)		Conversation, relaxation and entertainment	B
Offices		Passage areas	B
Accounting (see Reading)		Specific visual tasks ¹⁰	
Conference areas (see Conference rooms)		Dining	C
Drafting (see Drafting)		Grooming	
General and private offices (see Reading)		Makeup and shaving	D
Libraries (see Libraries)		Full-length mirror	D
Lobbies, lounges and reception areas	C	Handicrafts and hobbies	
Mail sorting	E	Workbench hobbies	
Off-set printing and duplicating area	D	Ordinary tasks	D
Post offices (see Offices)		Difficult tasks	E
Reading		Critical tasks	F
Copied tasks		Easel hobbies	E
Ditto copy	E ³	Ironing	D
Micro-fiche reader	B ^{12,13}	Kitchen duties	
Mimeograph	D	Kitchen counter	
Photographs, moderate detail	E ¹²	Critical seeing	E
Thermal copy, poor copy	F ²	Noncritical	D
Xerograph	D	Kitchen range	
Xerography, 3rd generation and greater	E	Difficult seeing	E ¹
		Noncritical	D
		Kitchen sink	
		Difficult seeing	E
		Noncritical	D
		Laundry	
		Preparation and tubs	D
		Washer and dryer	D

For footnotes, see page 2-19. For illuminance ranges for each Illuminance Category, see page 2-5.

Fig. 2-2. Continued

II. Continued			
Area/Activity	Illuminance Category	Area/Activity	Illuminance Category
Music study (piano or organ)		Schools (see Educational facilities)	
Simple scores	D	Service spaces (see also Storage rooms)	
Advanced scores	E	Stairways, corridor	C
Substand size scores	F	Elevators, freight and passenger	C
Reading		Toilets and wash rooms	C
In a chair		Service stations	
Books, magazines and newspapers	D	Service bays (see Part III, Industrial Group)	
Handwriting, reproductions and poor copies	E	Sales room (see Merchandising spaces)	
In bed		Show windows (see page B-6)	
Normal	D	Stairways (see Service spaces)	
Prolonged serious or critical	E	Storage rooms (see Part III, Industrial Group)	
Desk		Stores (see Merchandising spaces and Show windows)	
Primary task plane, casual	D	Television (see Section 11)	
Primary task plane, study	E	Theatre and motion picture houses (see Section 11)	
Sewing		Toilets and washrooms C	
Hand sewing		Transportation terminals	
Dark fabrics, low contrast	F	Waiting room and lounge	C
Light to medium fabrics	E	Ticket counters	E
Occasional, high contrast	D	Baggage checking	D
Machine sewing		Rest rooms	C
Dark fabrics, low contrast	F	Concourse	B
Light to medium fabrics	E	Boarding area	C
Occasional, high contrast	D		
Table games	D		
Restaurants (see Food service facilities)			
Safety (see page 2-45)			

III. Industrial Group

Area/Activity	Illuminance Category	Area/Activity	Illuminance Category
Aircraft maintenance (see page 9-12) ²¹		Book binding	
Aircraft manufacturing (see page 9-12) ²²		Folding, assembling, pasting	D
Assembly		Cutting, punching, stitching	E
Simple	D	Embossing and inspection	F
Moderately difficult	E	Breweries	
Difficult	F	Brew house	D
Very difficult	G	Boiling and keg washing	D
Exacting	H	Filling (bottles, cans, kegs)	D
Automobile manufacturing (see page 9-17) ²³		Building construction (see Part IV, Outdoor Facilities)	
Bakeries		Building exteriors (see Part IV, Outdoor Facilities)	
Mixing room	D	Candy making	
Face of shelves	D	Box department	D
Inside of mixing bowl	D	Chocolate department	
Fermentation room	D	Husking, winnowing, fat extraction, crushing and refining, feeding	D
Make-up room		Bean cleaning, sorting, dipping, packing, wrapping	D
Bread	D	Milling	E
Sweet yeast-raised products	D	Cream making	
Proofing room	D	Mixing, cooking, molding	D
Oven room	D	Gum drops and jellied forms	D
Fillings and other ingredients	D	Hand decorating	D
Decorating and icing		Hard candy	
Mechanical	D	Mixing, cooking, molding	D
Hand	E		
Scales and thermometers	D		
Wrapping	D		

For footnotes, see page 2-19. For illuminance ranges for each Illuminance Category, see page 2-5.

A-2

2-10 LIGHTING SYSTEM DESIGN CONSIDERATIONS

Fig. 2-2. Continued

III. Continued			
Area/Activity	Illuminance Category	Area/Activity	Illuminance Category
Dia cutting and sorting	E	Control rooms (see Electric generating stations—Interior)	
Kiss making and wrapping	E	Corridors (see Service spaces)	
Canning and preserving		Cotton gin industry	
Initial grading raw material samples	D	Overhead equipment—separators, driers, grid cleaners, sick machines, conveyers, ledgers and catwalks	D
Tomatoes	E	Gin stand	D
Color grading and cutting rooms	F	Control console	D
Preparation		Lint cleaner	D
Preliminary sorting		Bale press	D
Apricots and peaches	D	Dairy farms (see Farms)	
Tomatoes	E	Dairy products	
Olives	F	Fluid milk industry	
Cutting and pitting	E	Boiler room	D
Final sorting	E	Bottle storage	D
Canning		Bottle sorting	E
Continuous-belt canning	E	Bottle washers	D
Sink canning	E	Can washers	D
Hand packing	D	Cooling equipment	D
Olives	E	Filling: inspection	E
Examination of canned samples	F	Gauges (on face)	E
Container handling		Laboratories	E
Inspection	F	Meter panels (on face)	E
Can unscramblers	E	Pasteurizers	D
Labeling and cartoning	D	Separators	D
Casting (see Foundries)		Storage refrigerator	D
Central stations (see Electric generating stations)		Tanks, vats	
Chemical plants (see Petroleum and chemical plants)		Light interiors	C
Clay and concrete products		Dark interiors	E
Grinding, filter presses, kiln rooms	C	Thermometer (on face)	E
Molding, pressing, cleaning, trimming	D	Weighing room	D
Enameling	E	Scales	E
Color and glazing—rough work	E	Dispatch boards (see Electric generating stations—Interior)	
Color and glazing—line work	F	Dredging (see Part IV, Outdoor Facilities)	
Cleaning and pressing industry		Electrical equipment manufacturing	
Checking and sorting	E	Impregnating	D
Dry and wet cleaning and steaming	E	Insulating: coil winding	E
Inspection and spotting	G	Electric generating stations—Interior (see also Nuclear power plants)	
Pressing	F	Air-conditioning equipment, air preheater and fan floor, ash sluicing	B
Repair and alteration	F	Auxiliaries, pumps, tanks, compressors, gauge area	C
Cloth products		Battery rooms	D
Cloth inspection	I	Boiler platforms	B
Cutting	G	Burner platforms	C
Sewing	G	Cable room	B
Pressing	F	Coal handling systems	B
Clothing manufacture (men's)		Coal pulverizer	C
Receiving, opening, storing, shipping	D	Condensers, desaturator floor, evaporator floor, heater floors	B
Examining (perching)	I	Control rooms	
Sponging, decating, winding, measuring	D	Main control boards	D ²²
Piling up and marking	E	Auxiliary control panels	D ²²
Cutting	G	Operator's station	E ²²
Pattern making, preparation of trimming, piping, canvas and shoulder pads	E		
Fitting, bundling, shading, stitching	D		
Shops	F		
Inspection	G		
Pressing	F		
Sewing	G		

For footnotes, see page 2-19. For illuminance ranges for each Illuminance Category, see page 2-5.

ILLUMINANCE CATEGORIES (INDUSTRIAL) 2-11

Fig. 2-2. Continued

III. Continued

Area/Activity	Illuminance Category	Area/Activity	Illuminance Category
Maintenance and wiring areas	D	General shop area (machinery repair, rough sawing)	D
Emergency operating lighting	C	Rough bench and machine work (painting, line storage, ordinary sheet metal work, welding, medium benchwork)	D
Gauge reading	D	Medium bench and machine work (fine wood-working, drill press, metal lathe, grinder)	E
Hydrogen and carbon dioxide manifold area	C	Miscellaneous areas	
Laboratory	E	Farm office (see Reading)	
Precipitators	B	Restrooms (see Service spaces)	
Screen house	C	Pumphouse	C
Soot or slag blower platform	C	Farms—poultry (see Poultry industry)	
Steam headers and throttles	B	Flour mills	
Switchgear and motor control centers	D	Rolling, sifting, purifying	E
Telephone and communication equipment rooms	D	Packing	D
Tunnels or galleries, piping and electrical	B	Product control	F
Turbine building		Cleaning, screens, man lifts, aiseways and walkways, bin checking	D
Operating floor	D	Forge shops	E
Below operating floor	C	Foundries	
Visitor's gallery	C	Annealing (furnaces)	D
Water treating area	D	Cleaning	D
Electric generating stations—exterior (see Part IV, Outdoor Facilities)		Core making	
Elevators (see Service spaces)		Fine	F
Explosives manufacturing		Medium	E
Hand furnaces, boiling tanks, stationary driers, stationary and gravity crystallizers	D	Grinding and chipping	F
Mechanical furnace, generators and stills, mechanical driers, evaporators, filtration, mechanical crystallizers	D	Inspection	
Tanks for cooking, extractors, percolators, nitators	D	Fine	G
Farms—dairy		Medium	F
Milking operation area (milking parlor and stall barn)		Molding	
General	C	Medium	F
Cow's udder	D	Large	E
Milk handling equipment and storage area (milk house or milk room)		Pouring	E
General	C	Sorting	E
Washing area	E	Cupola	C
Bulk tank interior	E	Shakeout	D
Loading platform	C	Garages—service	
Feeding area (stall barn feed alley, pens, loose housing feed area)	C	Repairs	E
Feed storage area—storage		Active traffic areas	C
Haymow	A	Write-up	D
Hay inspection area	C	Glass works	
Ladders and stairs	C	Mix and furnace rooms, pressing and Lehr, glass-blowing machines	C
Silo	A	Grinding, cutting, silvering	D
Silo room	C	Fine grinding, beveling, polishing	E
Feed storage area—grain and concentrate		Inspection, etching and decorating	F
Grain bin	A	Glove manufacturing	
Concentrate storage area	B	Pressing	G
Feed processing area	B	Knitting	F
Livestock housing area (community, maternity, individual calf pens, and loose housing holding and resting areas)	B	Sorting	F
Machine storage area (garage and machine shed)	B	Cutting	G
Farm shop area		Sewing and inspection	G
Active storage area	B	Hangars (see Aircraft manufacturing)	
		Hat manufacturing	
		Dyeing, stiffening, braiding, cleaning, retting	E

For footnotes, see page 2-19. For illuminance ranges for each illuminance category, see page 2-5.

2-12 LIGHTING SYSTEM DESIGN CONSIDERATIONS

Fig. 2-2. Continued

III. Continued			
Area/Activity	Illuminance Category	Area/Activity	Illuminance Category
Forming, sizing, pounding, flanging, finishing, ironing	F	Storage room	C
Sewing	G	Engineered safety features equipment	D
Inspection		Diesel generator building	D
Simple	D	Fuel handling building	
Moderately difficult	E	Operating floor	D
Difficult	F	Below operating floor	C
Very difficult	G	Off gas building	C
Exacting	H	Radwaste building	D
Iron and steel manufacturing (see page 9-b3) ¹		Reactor building	
Jewelry and watch manufacturing	G	Operating floor	D
Laundries		Below operating floor	C
Washing	D	Packing and boxing (see Materials handling)	
Flat work ironing, weighing, listing, marking	D	Paint manufacturing	
Machine and press finishing, sorting	E	Processing	D
Fine hand ironing	E	Mix comparison	F
Leather manufacturing		Paint shops	
Cleaning, tanning and stretching, vats	D	Dipping, simple spraying, tanning	D
Cutting, fleshing and stuffing	D	Rubbing, ordinary hand painting and finishing art, stencil and special spraying	D
Finishing and scaring	E	Fine hand painting and finishing	E
Leather working		Extra-fine hand painting and finishing	G
Pressing, winding, glazing	F	Paper-box manufacturing	E
Grading, matching, cutting, scaring, sewing	G	Paper manufacturing	
Loading and unloading platforms (see Part IV, Outdoor Facilities)		Beaters, grinding, calendaring	D
Locker rooms	C	Finishing, cutting, trimming, papermaking machines	E
Logging (see Part IV, Outdoor Facilities)		Hand counting, wet end of paper machine	E
Lumber yards (see Part IV, Outdoor Facilities)		Paper machine reel, paper inspection, and laboratories	F
Machine shops		Rewinder	F
Rough bench or machine work	D	Parking areas (see page 14-24)	
Medium bench or machine work, ordinary automatic machines, rough grinding, medium buffing and polishing	E	Petroleum and chemical plants (see page 9-51) ²	
Fine bench or machine work, fine automatic machines, medium grinding, fine buffing and polishing	G	Plating	D
Extra-fine bench or machine work, grinding, fine work	H	Polishing and burnishing (see Machine shops)	
Materials handling		Power plants (see Electric generating stations)	
Wrapping, packing, labeling	D	Poultry industry (see also Farm—dairy)	
Picking stock, classifying	D	Brooding, production, and laying houses	
Loading, inside truck bodies and freight cars	C	Feeding, inspection, cleaning	C
Meal packing		Charts and records	D
Slaughtering	D	Thermometers, thermostats, time clocks	D
Cleaning, cutting, cooking, grinding, canning, packing	D	Hatcheries	
Nuclear power plants (see also Electric generating stations)		General area and loading platform	C
Auxiliary building, uncontrolled access areas	C	Inside incubators	D
Controlled access areas		Dubbing station	F
Count room	E ²	Sealing	H
Laboratory	E	Egg handling, packing, and shipping	
Health physics office	F	General cleanliness	E
Medical aid room	F	Egg quality inspection	E
Hol laundry	D	Loading platform, egg storage area, etc.	C
		Egg processing	
		General lighting	E
		Fowl processing plant	
		General (excluding killing and unloading area)	E
		Government inspection station and grading stations	E
		Unloading and killing area	C

For footnotes, see page 2-19. For illuminance ranges for each Illuminance Category, see page 2-3.

A-10

Fig. 2-2. Continued

II. Continued			
Area/Activity	Illuminance Category	Area/Activity	Illuminance Category
Feed storage		Punches	I
Grain, feed rations	C	Tin plate inspection, galvanized	I
Processing	C	Scribing	I
Charts and records	D	Shoe manufacturing—leather	
Machine storage area (garage and machine shed)	B	Cutting and stitching	
Printing industries		Cutting tables	G
Type foundries		Marking, buttonholing, skiving, sorting, vamping, counting	G
Matrix making, dressing type	E	Stitching, dark materials	G
Font assembly—sorting	E	Making and finishing, nailers, sole layers, welt beaters and scarfers, trimmers, welters, lasters, edge cutters, sluggers, randers, wheelers, liners, cleaning, spraying, buffing, polishing, embossing	F
Casting	E	Shoe manufacturing—rubber	
Printing plants		Washing, coating, mill run compounding	D
Color inspection and appraisal	F	Varnishing, vulcanizing, calendering, upper and sole cutting	D
Machine composition	E	Sole rolling, lining, making and finishing processes	E
Composing room	E	Soap manufacturing	
Presses	E	Kettle houses, cutting, soap chip and powder	D
Imposing stones	F	Stamping, wrapping and packing, filling and packing soap powder	D
Proofreading	F	Stairways (see Service spaces)	
Electrotyping		Steel (see Iron and steel)	
Molding, routing, finishing, leveling molds, trimming	E	Storage battery manufacturing	D
Blocking, lining	D	Storage rooms or warehouses	
Electroplating, washing, backing	D	Inactive	B
Photoengraving		Active	
Etching, staging, blocking	D	Rough, bulky items	C
Routing, finishing, proofing	E	Small items	D
Tint laying, masking	E	Storage yards (see Part IV, Outdoor Facilities)	
Receiving and shipping (see Materials handling)		Structural steel fabrication	E
Railroad yards (see Part IV, Outdoor Facilities)		Sugar refining	
Rubber goods—mechanical (see page 8-56) ¹¹		Grading	E
Rubber tire manufacturing (see page 8-56) ¹²		Color inspection	F
Safety (see page 2-45)		Testing	
Sawmills		General	D
Secondary log deck	B	Examining tests, extra-line instruments, scales, etc	F
Head saw (cutting area viewed by sawyer)	E	Textile mills	
Head saw pulpit	B	Staple fiber preparation	
Machine in-leads (bull edger, resaws, edgers, trim, trule saws, planers)	B	Stock dyeing, lining	D
Main mill floor (base lighting)	A	Sorting and grading (wool and cotton)	E ¹³
Sorting tables	D	Yarn manufacturing	
Rough lumber grading	D	Opening and picking (chute feed)	I
Finished lumber grading	F	Carding (nonwoven web formation)	I ¹⁴
Dry lumber warehouse (planer)	C	Drawing (piling, pin drafting)	D
Dry x-ray coating shed	B	Combing	D ¹⁵
Chipper in-leads	B	Roving (slubbing, fly frame)	E
Basement areas		Spinning (cap spinning, twisting, texturing)	E
Active	A	Yarn preparation	
Inactive	A	Winding, quilting, twisting	E
Filing room (work areas)	E	Warping (beamwag, sizing)	F ¹⁶
Service spaces (see also Storage rooms)		Warp tie-in or drawing-in (automatic)	E
Stairways, corridors	B		
Elevators, freight and passenger	B		
Toilets and wash rooms	C		
Sheet metal works			
Miscellaneous machines, ordinary bench work	E		
Presses, shears, stamps, spinning, medium bench work	E		

For footnotes, see page 2-19. For illuminance ranges for each Illuminance Category, see page 2-3.

2-14 LIGHTING SYSTEM DESIGN CONSIDERATIONS

Fig. 2-2, Continued

III. Continued

Area/Activity	Illuminance Category	Area/Activity	Multiplex Category
Fabric production		Upholstering	F
Weaving, knitting, tufting	F	Warehouse (see Storage rooms)	
Inspection	G ¹⁴	Welding	
Finishing		Orientation	D
Fabric preparation (desizing, scouring, bleaching, singeing, and mercerization)	D	Precision manual arc-welding	M
Fabric dyeing (printing)	D	Woodworking	
Fabric finishing (calendering, sanforizing, sueding, chemical treatment)	E ¹⁴	Rough sawing and bench work	D
Inspection	G ^{14, 15}	Sizing, planing, rough sanding, medium quality machine and bench work, planing, veneering, cooperage	D
Tobacco products		Fine bench and machine work, line sanding and finishing	E
Drying, stripping	D		
Grading and sorting	F		
Toilets and wash rooms (see Service spaces)			

IV. Outdoor Facilities

Area/Activity	Footcandles	Area/Activity	Footcandles
Building (construction)		Stairs and platforms	50
General construction	100	Ground level areas including precipitators, FD and ID fans, bottom ash hoppers	50
Excavation work	20	Cooking towers	
Building exteriors		Fan deck, platforms	
Entrances		stairs, valve areas	50
Active (pedestrian and/or conveyance)	50	Pump areas	20
Inactive (normally locked, infrequently used)	10	Fuel handling	
Vital locations or structures	50	Barge unloading, car dumper, unloading hoppers, truck unloading, pumps, gas metering	50
Building surrounds	10	Conveyors	20
Buildings and monuments, floodlighted		Storage tanks	10
Bright surroundings		Coal storage piles, ash dumps	2
Light surfaces	150	Hydroelectric	
Medium light surfaces	200	Powerhouse roof, stairs, platform and intake decks	50
Medium dark surfaces	300	Inlet and discharge water area	2
Dark surfaces	500	Intake structures	
Dark surroundings		Deck and laydown area	50
Light surfaces	50	Valve pits	20
Medium light surfaces	100	Inlet water area	2
Medium dark surfaces	150	Parking areas	
Dark surfaces	200	Main plant parking	20
Bulletin and poster boards		Secondary parking	10
Bright surroundings		Substation	
Light surfaces	500	Horizontal general area	20
Dark surfaces	1000	Vertical tasks	50
Dark surroundings		Transformer yards	
Light surfaces	200	Horizontal general area	20
Dark surfaces	500	Vertical tasks	50
Central station (see Electric generating stations—exterior)		Turbine areas	
Coal yards (protective)	2	Building surrounds	20
Dredging	20	Turbine and heater decks, unloading bays	50
Electric generating stations—exterior			
Boiler areas			
Catwalks, general areas	20		

For footcandles, see page 2-15. For illuminance ranges for each Illuminance Category, see page 2-5.

Fig. 2-2. Continued

IV. Continued					
Area/Activity	Lux	Footcandles	Area/Activity	Lux	Footcandles
Entrances, stairs and platforms	50*	5*	Hump and car rider classification yard		
Flags, floodlighted (see Bulletin and poster boards)			Receiving yard		
Gardens ^{1a}			Switch points	20	2
General lighting	5	0.5	Body of yard	10	1
Path, steps, away from house	10	1	Hump area	50	5
Backgrounds—fences, walls, trees, shrubbery	20	2	Flat switching yards		
Flower beds, rock gardens	50	5	Side of cars (vertical)	50	5
Trees, shrubbery, when emphasized	50	5	Switch points	20	2
Focal points, large	100	10	Trailer-on-flatcars		
Focal points, small	200	20	Horizontal surface of flatcar	50	5
Gasoline station (see Service stations in Part II)			Hold-down points (vertical)	50	5
Highways (see page 14-8)			Container-on-flatcars	30	3
Loading and unloading platforms	200	20	Roadways (see page 14-8)		
Freight car interiors	100	10	Sawmills (see also Logging)		
Logging (see also Sawmills)			Cut-off saw	100	10
Yarding	30	3	Log haul	20	2
Log loading and unloading	50	5	Log host (side lift)	20	2
Log stowing (water)	5	0.5	Primary log deck	100	10
Active log storage area (land)	5	0.5	Barker in-lead	300	30
Log booming area (water)—foot traffic	10	1	Given chain	200 to 300**	20 to 30**
Active log handling area (water)	20	2	Lumber strapping	150 to 200**	15 to 20**
Log grading—water or land	50	5	Lumber handling areas	20	2
Log bins (land)	20	2	Lumber loading areas	50	5
Lumber yards	10	1	Wood chip storage piles	5	0.5
Parking areas (see page 14-24)			Service station (at grade)		
Piers			Dark surrounding		
Freight	200	20	Approach	15	1.5
Passenger	200	20	Driveway	15	1.5
Active shipping area			Pump island area	200	20
surrounds	50	5	Building faces (exclusive of glass)	100**	10**
Prison yards	50	5	Service areas	30	3
Quarries	50	5	Landscape highlights	20	2
Railroad yards			Light surrounding		
Retarder classification yards			Approach	30	3
Receiving yard			Driveway	50	5
Switch points	20	2	Pump island area	300	30
Body of yard	10	1	Building faces (exclusive of glass)	300**	30**
Hump area (vertical)	200	20	Service areas	70	7
Control tower and retarder area (vertical)	100	10	Landscape highlights	50	5
Head end	50	5	Ship yards		
Body	10	1	General	50	5
Pull-out end	20	2	Ways	100	10
Dispatch or forwarding yard	10	1	fabrication areas	300	30
			Smokestacks with advertising messages (see Bulletin and poster boards)		
			Storage yards		
			Active	200	20
			Inactive	10	1
			Streets (see page 14-8)		
			Water tanks with advertising messages (see Bulletin and poster boards)		

For footcandles, see page 2-19

Fig. 2-2. Continued

V. Sports and Recreational Areas

Area/Activity	Lux	Footcandles	Area/Activity	Lux	Footcandles
Archery (indoor)			Bowling on the green		
Target, tournament	500**	50**	Tournament	100	10
Target, recreational	300**	30**	Recreational	50	5
Shooting line, tournament	200	20	Boxing or wrestling (ring)		
Shooting line, recreational	100	10	Championship	5000	500
Archery (outdoor)			Professional	2000	200
Target, tournament	100**	10**	Amateur	1000	100
Target, recreational	50**	5**	Seats during bout	20	2
Shooting line, tournament	100	10	Seats before and after bout	50	5
Shooting line, recreational	50	5	Castling—ball, dry-fly, wet-fly		
Badminton			Pier or dock	100	10
Tournament	300	30	Target (at 24 meters [80 feet] for		
Club	200	20	ball castling and 15 meters		
Recreational	100	10	[50 feet] for wet or dry-fly		
Baseball			castling)	50**	5**
Major league			Combination (outdoor)		
Infield	1500	150	Baseball/football		
Outfield	1000	100	Infield	200	20
AA and AAA league			Outfield and football	150	15
Infield	700	70	Industrial softball/football		
Outfield	500	50	Infield	200	20
A and B league			Outfield and football	150	15
Infield	500	50	Industrial softball/6-man foot-		
Outfield	300	30	ball		
C and D league			Infield	200	20
Infield	300	30	Outfield and football	150	15
Outfield	200	20	Croquet or Roque		
Semi-pro and municipal league			Tournament	100	10
Infield	200	20	Recreational	50	5
Outfield	150	15	Curling		
Recreational			Tournament		
Infield	150	15	Tees	500	50
Outfield	100	10	Rink	300	30
Junior league (Class I and Class			Recreational		
II)			Tees	200	20
Infield	300	30	Rink	100	10
Outfield	200	20	Fencing		
On seats during game	20	2	Exhibitions	500	50
On seats before and after game	50	5	Recreational	300	30
Basketball			Football		
College and professional	500	50	Distance from nearest sideline to		
College intramural and high			the farthest row of specta-		
school	300	30	tors		
Recreational (outdoor)	100	10	Class I Over 30 meters (100		
Bathing beaches			feet)	1000	100
On land	10	1	Class II 15 to 30 meters (50 to		
150 feet from shore	30**	3**	100 feet)	500	50
Billiards (on table)			Class III 9 to 15 meters (30 to 50		
Tournament	500	50	feet)	300	30
Recreational	300	30	Class IV Under 9 meters (30		
Bowling			feet)	200	20
Tournament			Class V No fixed seating		
Approaches	100	10	facilities	100	10
Lanes	200	20	It is generally conceded that the distance be-		
Pins	500**	50**	tween the spectators and the play is the first		
Recreational			consideration in determining the class and light-		
Approaches	100	10	ing requirements. However, the potential seating		
Lanes	100	10	capacity of the stands should also be considered		
Pins	300**	30**	and the following ratio is suggested: Class I for		

*For footnotes see page 2-19

Fig. 2-2. Continued

V. Continued					
Area/Activity	Lux	Footcandles	Area/Activity	Lux	Footcandles
over 30,000 spectators; Class II for 10,000 to 30,000, Class III for 5000 to 10,000, and Class IV for under 5000 spectators			Dragstrip		
Football, Canadian—rugby (see Football)			Staging area	100	10
Football, six-man			Acceleration, 400 meters [1320 feet]	200	20
High school or college	200	20	Deceleration, first 200 meters [660 feet]	150	15
Jr. high and recreational	100	10	Deceleration, second 200 meters [660 feet]	100	10
Golf			Shutdown, 250 meters [820 feet]	50	5
Tee	50	5	Horse	200	20
Fairway	10-30**	1-3**	Motor (midsize of motorcycle)	200	20
Green	50	5	Racquetball (see Handball)		
Driving range			Rifle 45 meters (50 yards)—outdoor		
At 180 meters (200 yards)	50**	5**	On targets	500**	50**
Over tee area	100	10	Firing point	100	10
Manure	100	10	Range	50	5
Practice putting green	100	10	Rifle and pistol range (indoor)		
Gymnasiums (refer to individual sports listed)			On targets	1000**	100**
General exercising and recreation	300	30	Firing point	200	20
Range			Range	100	10
Handball			Rodeo		
Tournament	500	50	Arena		
Club			Professional	500	50
Indoor—four-wall or squash	300	30	Amateur	300	30
Outdoor—two-court	200	20	Recreational	100	10
Recreational			Pens and chutes	50	5
Indoor—four-wall or squash	200	20	Roque (see Croquet)		
Outdoor—two-court	100	10	Shuffleboard (indoor)		
Hockey, field	200	20	Tournament	300	30
Hockey, ice (indoor)			Recreational	200	20
College or professional	1000	100	Shuffleboard (outdoor)		
Amateur	500	50	Tournament	100	10
Recreational	200	20	Recreational	50	5
Hockey, ice (outdoor)			Skating		
College or professional	500	50	Roller rink	100	10
Amateur	200	20	Ice rink, indoor	100	10
Recreational	100	10	Ice rink, outdoor	50	5
Horse shows			Lagoon, pond, or flooded area	10	1
Tournament	100	10	Skeet		
Recreational	50	5	Targets at 18 meters (60 feet)	300**	30**
Horse shows	200	20	Firing points	50	5
Javelin			Skeet and trap (combination)		
Professional	1000	100	Targets at 30 meters (100 feet) for trap, 18 meters (60 feet) for skeet	300**	30**
Amateur	700	70	Firing points	50	5
Lacrosse	200	20	Ski slope	10	1
Playgrounds	50	5	Soccer (see Football)		
Quilts	50	5	Softball		
Racing (outdoor)			Professional and championship		
Auto	200	20	Infield	500	50
Bicycle			Outfield	300	30
Tournament	300	30	Semi-professional		
Competitive	200	20	Infield	300	30
Recreational	100	10	Outfield	200	20
Dog	300	30			

For footcandles, see page 7-19

2-18 LIGHTING SYSTEM DESIGN CONSIDERATIONS

Fig. 2-2. Continued

V. Continued

Area/Activity	Lux	Footcandles	Area/Activity	Lux	Footcandles
Industrial league			Tennis (indoor)		
Infield	200	20	Tournament	1000	100
Outfield	150	15	Club	750	75
Recreational (6-pole)			Recreational	500	50
Infield	100	10	Tennis (outdoor)		
Outfield	70	7	Tournament	300	30
Slow pitch, tournament—see industrial league			Club	200	20
Slow pitch, recreational (6-pole)—see recreational (6-pole)			Recreational	100	10
Squash (see Handball)			Tennis, platform	500	50
Swimming (indoor)			Tennis, table		
Exhibitions	500	50	Tournament	500	50
Recreational	300	30	Club	300	30
Underwater—1000 [100] lamp lumens per square meter [foot] of surface area			Recreational	200	20
Swimming (outdoor)			Trap		
Exhibitions	200	20	Targets at 30 meters [100 feet]	300 ^{1*}	30 ^{1*}
Recreational	100	10	Firing points	50	5
Underwater—600 [60] lamp lumens per square meter [foot] of surface area			Volley ball		
			Tournament	200	20
			Recreational	100	10

VI. Transportation Vehicles

Area/Activity	Lux	Footcandles	Area/Activity	Lux	Footcandles
Aircraft			Road Conveyances		
Passenger compartment			Step well and adjacent ground area	100	10
General	50	5	Fare box	150	15
Reading (at seat)	200	20	General lighting (for seat selection and movement)		
Airports			City and inter-city buses at city stop	100	10
Hangar apron	10	1	Inter-city bus at country stop	20	2
Terminal building apron			School bus while moving	150	15
Parking area	5	0.5	School bus at stops	300	30
Loading area	20 ^{1*}	2 ^{1*}	Advertising cards	300	30
Rail conveyances			Back-lighted advertising cards (see Rail conveyances)		
Boarding or exiting	100	10	Reading	300 ²	30 ²
Fare box (rapid transit train)	150	15	Emergency exit (school bus)	50	5
Vestibule (commuter and inter-city trains)	100	10	Ships		
Aisles	100	10	Living Areas		
Advertising cards (rapid transit and commuter trains)	300	30	Staterooms and Cabins		
Back-lighted advertising cards (rapid transit and commuter trains)—860 cd/m ² (250 fL) average maximum.			General lighting	100	10
Reading	300 ²	30 ²	Reading and writing	300 ^{1,2}	30 ^{1,2}
Rest room (inter-city train)	200	20	Prolonged seeing	700 ^{1,2}	70 ^{1,2}
Dining area (inter-city train)	500	50	Baths (general lighting)	100	10
Food preparation (inter-city train)	700	70	Mirrors (personal grooming)	500	50
Lounges (inter-city train)			Barber shop and beauty parlor	500	50
General lighting	200	20	O- subject	1000	100
Table games	300	30	Day rooms		
Sleeping car			General lighting	200 ^{1*}	20 ^{1*}
General lighting	100	10	Desks	500 ^{1,2}	50 ^{1,2}
Normal reading	300 ²	30 ²	Dining rooms and messrooms	200	20
Prolonged seeing	700 ²	70 ²			

*For footnotes, see page 2-18

Fig. 2-2. Continued

VI Continued					
Area/Activity	Lux	Footcandles	Area/Activity	Lux	Footcandles
Enclosed promenades			Service Areas		
General lighting	100	10	Food preparation		
Entrances and passageways			General	200 ^{1a}	20 ^{1a}
General	100	10	Butcher shop	200 ^{1a}	20 ^{1a}
Daytime embarkation	300	30	Galley	300 ^{1a}	30 ^{1a}
Gymnasiums			Pantry	200 ^{1a}	20 ^{1a}
General lighting	300	30	Thaw room	200 ^{1a}	20 ^{1a}
Hospital			Sculptures	200 ^{1a}	20 ^{1a}
Dispensary (general lighting)	300 ^{1a}	30 ^{1a}	Food storage (non-refrigerated)	100	10
Operating rooms			Refrigerated spaces (ship's stores)	50	5
General lighting	500 ^{1a}	50 ^{1a}	Laundries		
Doctor's office	300 ^{1a}	30 ^{1a}	General	200 ^{1a}	20 ^{1a}
Operating table	20000	2000	Machine and press (washing, sorting)	500	50
Wards			Lockers	50	5
General lighting	100	10	Offices		
Reading	300	30	General	200	20
Toilets	200	20	Reading	500 ^{1a,2}	50 ^{1a,2}
Libraries and lounges			Passenger counter	500 ^{1a,2}	50 ^{1a,2}
General lighting	200	20	Storerooms	50	5
Reading	300 ^{1a,2}	30 ^{1a,2}	Telephone exchange	200	20
Prolonged seeing	700 ^{1a,2}	70 ^{1a,2}	Operating Areas		
Purser's office	200 ^{1a}	20 ^{1a}	Access and casing	100	10
Shopping areas	200	20	Battery room	100	10
Smoking rooms	150	15	Boiler rooms	200 ^{1a}	20 ^{1a}
Stairs and lobbies	200	20	Cargo handling (weather deck)	50 ^{1a}	5 ^{1a}
Recreation areas			Control stations (except navigating areas)		
Ball rooms	150 ^{1a}	15 ^{1a}	General		
Cocktail lounges	150 ^{1a}	15 ^{1a}	Control consoles	200	20
Swimming pools			Gauge and control boards	300	30
General	150 ^{1a}	15 ^{1a}	Switchboards	300	30
Underwater			Engine rooms	200 ^{1a}	20 ^{1a}
Outdoors—600 [60] lamp lumens/square meter [foot] of surface area			Generator and switchboard rooms	200 ^{1a}	20 ^{1a}
Indoors—1000 [100] lamp lumens/square meter [foot] of surface area			Fan rooms (ventilation & air conditioning)	100	10
Theatre			Motor rooms	200	20
Auditorium			Motor generator rooms (cargo handling)	100	10
General	100 ^{1a}	10 ^{1a}	Pump room	100	10
During picture	1	0.1	Shaft alley	100	10
Navigating Areas			Shaft alley escape	30	3
Chart room			Steering gear room	200	20
General	100	10	Windless rooms	100	10
On chart table	500 ^{1a,2}	50 ^{1a,2}	Workshops		
Gyro room	200	20	General	300 ^{1a}	30 ^{1a}
Radar room	200	20	On top of work bench	500 ^{1a}	50 ^{1a}
Radio room	100 ^{1a}	10 ^{1a}	Tailor shop	500 ^{1a}	50 ^{1a}
Radio room, passenger layer	100	10	Cargo holds		
Ship's offices			Permanent luminaires	30 ^{1a}	3 ^{1a}
General	200 ^{1a}	20 ^{1a}	Passageways and trunks	100	10
On desks and work tables	500 ^{1a,2}	50 ^{1a,2}			
Wheelhouse	100	10			

¹ Include provisions for higher levels for exhibitions.

² Specific limits are provided to minimize deterioration effects.

³ Task subject to veiling reflections. Illuminance listed is not an ESI value. Currently, insufficient experience in the use of ESI target values precludes the direct use of Equivalent Sphere Illumination in the present consensus approach to recommend illuminance values. Equivalent Sphere Illumination may be used as a tool in determining the effectiveness of controlling veiling reflections and as a part of the evaluation of lighting systems.

⁴ Illuminance values are listed based on experience and consensus. Values relate to needs during various religious ceremonies.

⁵ Degradation factors: Overlays—add 1 weighting factor for each overlay. Used material—estimate additional factors.

2-20 LIGHTING SYSTEM DESIGN CONSIDERATIONS

Fig. 2-2. Continued

- ⁹ Provide higher level over food service or selection areas
- ⁷ Supplying illumination as in delivery room must be available
- ⁸ Illuminance values developed for various degrees of store area activity.
- ⁹ Or not less than $\frac{1}{2}$ the level in the adjacent areas
- ¹⁰ Only when actual equipment service is in process. May be achieved by a general lighting system or by localized or portable equipment
- ¹¹ For color matching, the spectral quality of the color of the light source is important
- ¹² Veiling reflections may be produced on glass surfaces. It may be necessary to treat plus weighting factors as minus in order to obtain proper illuminance
- ¹³ Especially subject to veiling reflections. It may be necessary to shield the task or to reorient it.
- ¹⁴ Vertical.
- ¹⁵ Illuminance values may vary widely, depending upon the effect desired, the decorative scheme, and the use made of the room.
- ¹⁶ Supplementary lighting should be provided in this space to produce the higher levels required for specific sewing tasks involved
- ¹⁷ Good to high color rendering capability should be considered in these areas. As lamps of higher luminous efficacy and higher color rendering capability become available and economically feasible, they should be applied in all areas of health care facilities.
- ¹⁸ Variable (dimming or switching)
- ¹⁹ Values based on a 25 per cent reflectance, which is average for vegetation and typical outdoor surfaces. These figures must be adjusted to specific reflectances of materials lighted for equivalent brightnesses. Levels give satisfactory brightness patterns when viewed from dimly lighted terraces or interiors. When viewed from dark areas they may be reduced by at least $\frac{1}{2}$, or they may be doubled when a high key is desired.
- ²⁰ General lighting should not be less than $\frac{1}{2}$ of visual task illuminance nor less than 200 lux [20 footcandles]
- ²¹ Industry representatives have established a table of single illuminance values which, in their opinion, can be used in preference to employing reference G illuminance values for specific operations can also be determined using illuminance categories of similar tasks and activities found in this table and the application of the appropriate weighting factors in Fig 2-4.
- ²² Special lighting such that (1) the luminous area is large enough to cover the surface which is being inspected and (2) the luminance is within the limits necessary to obtain comfortable contrast conditions. This involves the use of sources of large area and relatively low luminance in which the source luminance is the principal factor rather than the illuminance produced at a given point
- ²³ Maximum levels—controlled system.
- ²⁴ Additional lighting needs to be provided for maintenance only
- ²⁵ Color temperature of the light source is important for color matching
- ²⁶ Select upper level for high speed conveyor systems. For grading redwood lumber 3000 lux [300 footcandles] is required

egory based on types of visual tasks to be performed in the design space. Each category prescribes a range of illuminances permitting the designer to establish a target illuminance responsive to several task and observer characteristics, including the importance of speed and/or accuracy in performing the task, and the age of the observer.

Step 1. Define Visual Task. Determine the type of activity for which the level of lighting is to be selected (e.g., reading typed originals). Also establish the plane of the visual task to which the illuminance level is to be applied.

Step 2. Select Illuminance Category. Select the appropriate Illuminance Category from one of the following:

- a. Fig. 2-2, Parts II and III—when a review of typical tasks reveals specific task types.
- b. Fig. 2-2, Part I—if specific tasks cannot be established, generic task descriptions must be used.
- c. Fig. 2-3—if an equivalent contrast (C) has been determined.

Step 3. Determine Illuminance Range. Referring to Fig. 2-2, Part I, and using the Illuminance Category selected in Step 2, determine the recommended range of illuminances.

Because of the characteristics of the functions in Categories A through C, illuminances are required over the entire area of the interior space considered. For instance, in a lobby area, one visual task is walking to an elevator lobby. This visual task remains constant throughout time and space; therefore, a general level of illumination should be provided throughout the lobby.

Categories D through F, however, are for tasks which remain relatively fixed at one location for meaningful visual performance, although tasks may change considerably from one location to another within a given space. For example, an accounting office may have a secretarial pool where reading felt-tip-pen hand-written notes and proofreading typed originals are prominent tasks, while at the same time accountants may be reading computer printouts. Each task calls for a particular illuminance level for satisfactory

visual performance, and so each task should be lighted accordingly. Therefore, Categories D through F should be applied to the appropriate task areas only.

Categories G through I are for extremely difficult visual tasks, and may be difficult to illuminate. For practical and economical reasons, lighting systems for these tasks may require a combination of general over-all illumination and task area illumination. Because of the unusual conditions associated with tasks in Categories G through I, very careful analysis is recommended.

Step 4. Establish Illuminance Target Value. From the range of illuminances determined in Step 3, a design illuminance is to be established based upon several factors. These factors vary depending upon the visual task. For Illuminance Categories A through C use step a, below, for establishing a design illuminance. Use step b for Categories D through I.

a. For Categories A Through C. To establish an appropriate illuminance target value, the designer should be familiar with the design space and intended occupants, to the extent that the following information can be determined:

(1) Occupants ages (e.g., if the design space is an elevator lobby in a senior citizens' housing complex, then establish ages of the housing occupants).

(2) Surface reflectances (e.g., if the design space is a building lobby, and the floor is to be slate, with walls of task, their reflectances must be established).

After the above information has been established, the designer may determine an appropriate target value from the Illuminance Category by using Fig. 2-4a as follows:

Fig. 2-4. Weighting Factors to be Considered in Selecting Specific Illuminance Within Ranges of Values for Each Category.

a. For Illuminance Categories A through C			
Room and Occupant Characteristics	Weighting Factor		
	-1	0	+1
Occupants ages	Under 40	40-55	Over 55
Room surface reflectances*	Greater than 70 per cent	30 to 70 per cent	Less than 30 per cent

b. For Illuminance Categories D through I			
Task and Worker Characteristics	Weighting Factor		
	-1	0	+1
Workers ages	Under 40	40-55	Over 55
Speed and/or accuracy**	Not important	Important	Critical
Reflectance of task background***	Greater than 70 per cent	30 to 70	Less than 30 per cent

* Average weighted surface reflectances including wall, floor and ceiling reflectances. If they encompass a large portion of the task area of visual surround. For instance, in an elevator lobby, where the ceiling height is 7.5 meters (25 feet) neither the task nor the visual surround encompass the ceiling, so only the floor and wall reflectances would be considered.

** In determining whether speed and/or accuracy is not important, important or critical, the following questions need to be answered: What are the time limitations? How important is it to perform the task rapidly? Will errors produce an unsafe condition or product? Will errors reduce productivity and be costly? For example, in reading for leisure there are no time limitations and it is not important to read rapidly. Errors will not be costly and will not be related to safety. Thus, speed and/or accuracy is not important. If however, prescription notes are to be read by a pharmacist, accuracy is critical because errors could produce an unsafe condition and time is important to the customer relations.

*** The task background is that portion of the task upon which the meaningful visual display is exhibited. For example, on this page the meaningful visual display includes each letter which combines with other letters to form words and phrases. The display medium, or task background is the paper, which has a reflectance of approximately 85 per cent.

(a) Review each of the two characteristics and determine the appropriate weighting factors (-1, 0, +1).

(b) Add the two factors algebraically taking into account the signs.

(c) If the total factor is -2, use the lowest of the three illuminances in the established range; if the total factor is +2, use the highest of the three illuminances; otherwise use the middle illuminance.

b. For Categories D Through I. At this point the designer should become thoroughly familiar with the anticipated task and anticipated space occupants to the extent that the following information can be established:

(1) The precise task considered (e.g., if the task is reading computer printouts, obtain a

Fig. 2-3. Illuminance Categories of Fig. 2-2, Part 1, for Measured Equivalent Contrast Values of Task Visual Displays.

Equivalent Contrast C _t	Illuminance Category**
over 1.0	A
.75-1.0	D
.62-.75	E
.50-.62	F
.40-.50	G
.30-.40	H
under .30	I

* Use 200 lux (20 foot-candles) and omit use of Fig. 2-4 and footnote (**) below.

** If task reflectance is between 5 and 20 per cent use next higher illuminance category; i.e., D to E, E to F, etc. If less than 5 per cent use two categories higher.

† As determined using a visibility meter and the procedure outlined in Reference 8.

Note: Although specific equivalent contrasts are established scientifically, a consensus procedure has been used in establishing corresponding illuminance categories.

2-22 LIGHTING SYSTEM DESIGN CONSIDERATIONS

sample to determine the reflectance of the computer paper alone—this is the task background reflectance)."

(2) Occupant ages (e.g., if the task is writing payroll checks, and only the senior accountants perform this task, then establish the approximate ages of the senior accountants).

(3) Importance of speed (e.g., if the occupants are under abnormal time constraints, as in a newscopy proofreading room, then speed might be considered critical).

(4) Importance of accuracy (e.g., if accuracy could be a life-death matter as in prescription reading/filling, then accuracy is considered critical).

After the above information has been established, the designer may determine an appropriate target value from the Illuminance Category by using Fig. 2-4b as follows:

(a) Review each of the three characteristics and determine the appropriate weighting factors (-1, 0, +1).

(b) Add the three factors algebraically, taking into account the signs.

(c) If the total weighting factor is -2 or -3, use the lowest of the three illuminances in the established range; if the total factor is +2 or +3, use the highest of the three illuminances; otherwise use the middle illuminance.

(d) When designing spaces with tasks in Categories D through I, it is recommended that 200 lux [20 footcandles] be regarded as the minimum acceptable horizontal illuminance for the general, non-task area.

Proper determination of the weighting factors requires information and judgment on the part of the user. Guesstimated values are poor substitutes for information and can result in over or under design. Whenever possible, design information should be used in determining values of the weighting factors for each characteristic of the lighting task.

Simplification of Steps 3 and 4. Fig. 2-5 is provided as a means of combining the tables referred to in Steps 3 and 4 as a short cut method once Steps 3 and 4 are understood. In Fig. 2-5, the Illuminance Category from Step 2 and Weighting Factor information (age, speed and accuracy, and reflectance) are used to directly select the illuminances in lux (if footcandles are desired, divide by 10). For a rough estimate of reflectances a gray scale marked with per cent reflectances may prove helpful. Where surfaces are in color, the Munsell value scales for judging reflectance will be found to be helpful. See Section 5 of the 1981 Reference Volume.

Example of Illuminance Selection. A classroom in a high school is to be relighted. The designer in consultation with the teacher and school administrators has determined the following:

1. The task is reading mimeograph material with a reflectance of about 80 per cent.
2. The students are teenagers.
3. The students practice typing to improve speed and accuracy, thus speed and accuracy are considered to be important, but not critical.

Using the above step-by-step procedure:

Step 1. The visual task is defined above.

Step 2. Referring to Fig. 2-2 an Illuminance Category of D is found under Reading, Mimeograph, on page 2-8.

Step 3. Referring to Part I of Fig. 2-2, the illuminance range is found to be 200-300-500 lux [20-30-50 footcandles].

Step 4. Referring to Fig. 2-4b and the above information, the weighting factors selected are: -1 for workers' ages; 0 for speed and/or accuracy; and -1 for reflectance of task background. The algebraic sum is $-1 + 0 - 1 = -2$. Therefore, the illuminance to be selected is the lowest value, i.e., 200 lux [20 footcandles].

If the task were reading #3 pencil handwriting on 80 per cent reflectance paper and the students were older (an adult education course), the Illuminance Category would change to E, the illuminance range would become 500-750-1000 lux [50-75-100 footcandles), and the weighting factor for age would be 0. The new algebraic sum of the weighting factors is $0 + 0 - 1 = -1$. Therefore, the illuminance to be selected is the mid value in the new range, i.e., 750 lux [75 footcandles].

By referring to Fig. 2-5 after step 2, the illuminance can be selected without referring to Part I of Fig. 2-2 or to Fig. 2-4.

Application of Illuminance Values Selected. The use of selected illuminance values may be influenced by work areas involving many visual tasks. The designer, usually through client/occupant/designer interaction, must establish the task of prime importance, with the subsequent hierarchy of remaining tasks. Similarly, the time duration of each task, worker ages, expected task performance, and task characteristics must be determined. If all or many of the tasks require similar lighting qualities, then the designer might design the lighting system to meet one task, and will therefore meet the majority of the other tasks' requirements. If however, the tasks vary considerably in lighting requirements, then the designer should consider

Fig. 2-5. Illuminance Values, Maintained, in Lux, for a Combination of Illuminance Categories and User, Room and Task Characteristics (For Illuminance in Footcandles, Divide by 10).

a. General Lighting Throughout Room								
Weighting Factors			Illuminance Categories					
Average of Occupants Ages	Average Room Surface Reflectance (per cent)		A	B	C			
Under 40	Over 70		20	50	100			
	30-70		20	50	100			
	Under 30		20	50	100			
40-55	Over 70		20	50	100			
	30-70		30	75	150			
	Under 30		50	100	200			
Over 55	Over 70		30	75	150			
	30-70		50	100	200			
	Under 30		50	100	200			

b. Illuminance on Task								
Weighting Factors			Illuminance Categories					
Average of Workers Ages	Demand for Speed and/or Accuracy*	Task Background Reflectance (per cent)	D	E	F	G**	H**	I**
Under 40	NI	Over 70	200	500	1000	2000	5000	10000
		30-70	200	500	1000	2000	5000	10000
		Under 30	300	750	1500	3000	7500	15000
	I	Over 70	200	500	1000	2000	5000	10000
		30-70	300	750	1500	3000	7500	15000
		Under 30	300	750	1500	3000	7500	15000
	C	Over 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		30-70	300	750	1500	3000	7500	15000
		Under 30	300	750	1500	3000	7500	15000
40-55	NI	Over 70	200	500	1000	2000	5000	10000
		30-70	300	750	1500	3000	7500	15000
		Under 30	300	750	1500	3000	7500	15000
	I	Over 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		30-70	300	750	1500	3000	7500	15000
		Under 30	300	750	1500	3000	7500	15000
	C	Over 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		30-70	300	750	1500	3000	7500	15000
		Under 30	500	1000	2000	5000	10000	20000
Over 55	NI	Over 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		30-70	300	750	1500	3000	7500	15000
		Under 30	300	750	1500	3000	7500	15000
	I	Over 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		30-70	300	750	1500	3000	7500	15000
		Under 30	500	1000	2000	5000	10000	20000
	C	Over 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		30-70	500	1000	2000	5000	10000	20000
		Under 30	500	1000	2000	5000	10000	20000

* NI = not important, I = important, and C = critical

** Obtained by a combination of general and supplementary lighting.

multiple level systems, variable control systems or a combination of systems in order to accommodate a number of tasks of varying visual requirements in an energy-economic manner.

The target values obtained from this procedure are conventional illuminance values in lux or footcandles and are values to be maintained in service. For many visual displays this is a reasonable indicator of display visibility. Some displays, however, can exhibit veiling reflections and serious contrast loss as indicated by a superscript 3 in Fig. 2-2. In these cases, the illuminance alone is not a reliable indicator of visibility; the contrast of the display must also be taken into account. Equivalent sphere illumination (ESI) is a measure of visibility that takes both illuminance and contrast into account.

Currently, insufficient experience with the use of ESI target values precludes the direct use of ESI values as part of the consensus approach

recommendation process. Thus, the recommendations are in conventional units of illuminance. However, ESI may be used as a tool in determining the effectiveness of controlling veiling reflection and as part of the evaluation of lighting systems.

The target values of illuminance for Illuminance Categories A to C are *average maintained illuminances*, and the lumen method, using zonal-cavity calculated coefficients of utilization for luminaires, or for daylighting, predicts such average illuminance values. The target values of illuminance obtained for visual displays in the last six categories (D through I) are localized values, that is, *maintained illuminance on the task* and point calculation methods are appropriate. In either case the procedure for determining light loss factors should be used in calculating maintained average or point illuminances. See page 9-1 of the 1981 Reference Volume.



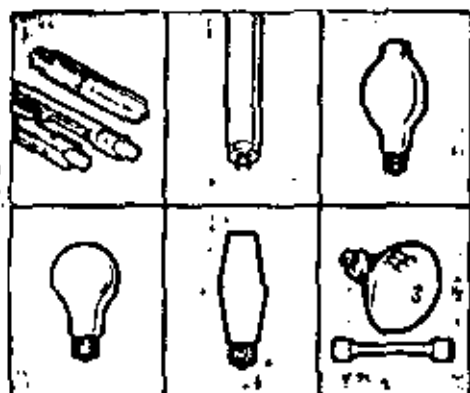
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

EN COLABORACION CON LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, CURSO

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA
EDIFICIOS

A N E X O : B

VERACRUZ, VER. OCTUBRE DE 1982



FOCOS. S.A.

SOLAR

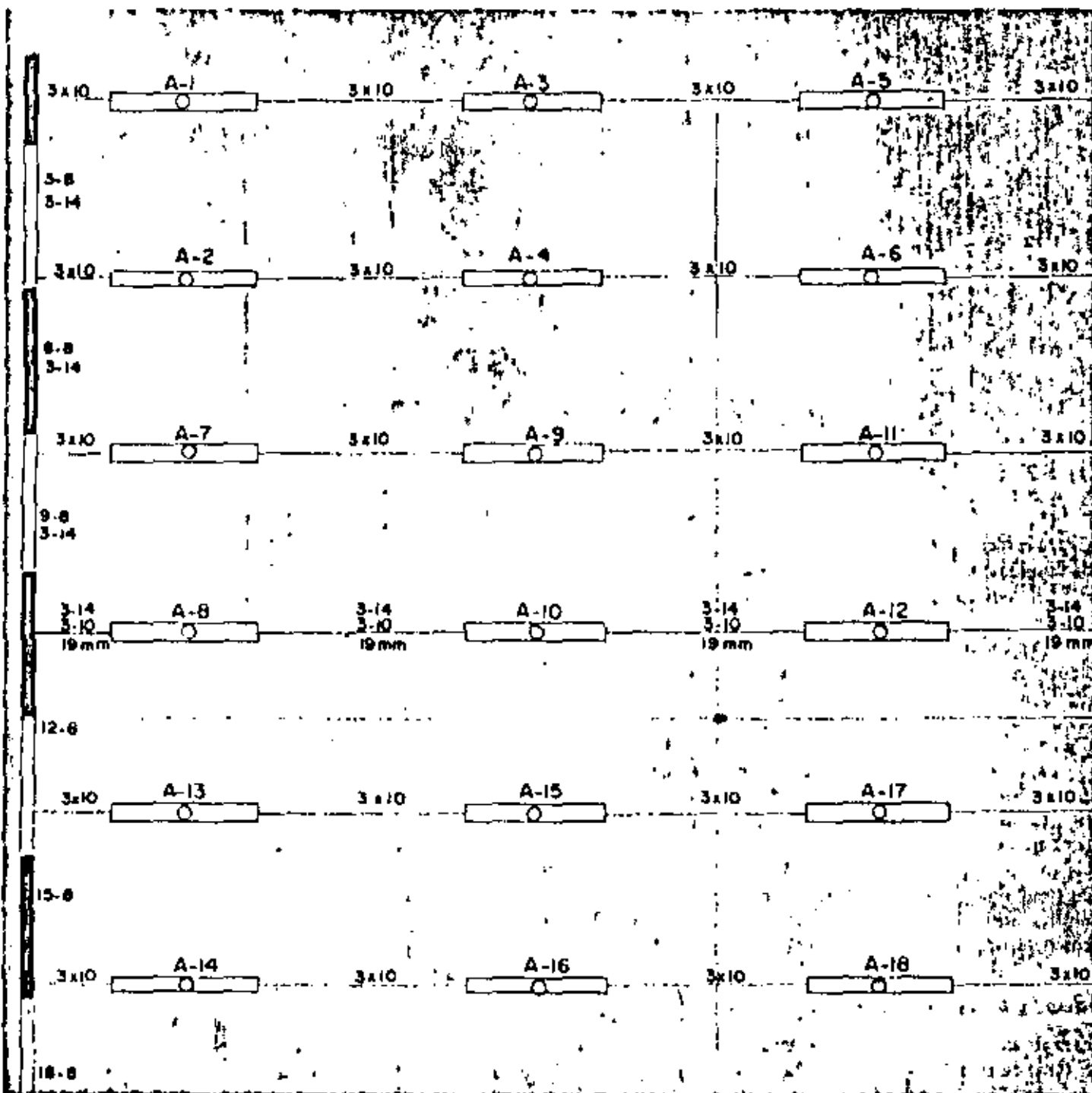
SYLVANIA

Iluminación

BOLETIN DE
INGENIERIA COMERCIAL
2-80

Cálculos de Proyectos de Iluminación

PREPARADO POR EL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA COMERCIAL, MEXICO



Método de Cavidad Zonal*

CALCULOS DE PROYECTOS DE ILUMINACION

Métodos

Desde principios de 1960, el método para calcular el nivel de iluminación promedio en un espacio ha sido el método IES de *cavidad zonal*. Este método asume que cada local está constituido por tres diferentes zonas o cavidades. Cada una de ellas será tratada en conjunto, ya que tienen un efecto en cada una de las otras cavidades para producir iluminación uniforme. Este método calcula niveles de iluminación promedio horizontales a través de un espacio.

Cuando se necesita un nivel de iluminación en un punto específico, se debe usar el método de "punto por punto". El método de "punto por punto" utiliza la curva fotométrica que nos muestra la distribución de candelas potencia, producida por la lámpara o luminario, y por medio de trigonometría básica, el diseñador puede conocer los niveles de iluminación en superficies tanto horizontales como verticales.

Método de cavidad zonal

Este sistema, también llamado "método de lumen", divide el local en tres cavidades separadas. Estas son:

1. Cavidad de techo
2. " " local
3. " " piso

a) *Cavidad de techo*. Es el área medida desde el plano del luminario al techo. Para luminarios colgantes existirá una cavidad de techo; para luminarios colocados directamente en el techo o empotrados en el mismo no existirá cavidad de techo.

b) *Cavidad de local*. Es el espacio entre el plano de trabajo donde se desarrolla la tarea y la parte inferior del luminario; el plano de trabajo se encuentra localizado normalmente arriba del nivel del piso. En algunos casos, donde el plano de trabajo es considerado a nivel del piso, el espacio desde el luminario al piso se considera como cavidad de local. En el lenguaje de iluminación la distancia desde el plano de trabajo a la parte inferior del luminario es llamado "altura de montaje del luminario".

c) *Cavidad de piso*. Se considera desde el piso a la parte superior del plano de trabajo, o bien, el nivel donde se realiza la tarea específica. Para áreas de oficina esta distancia es aproximadamente de 76 cms (2.5 pies). Para bancos de trabajo en industrias deberán considerarse 92 cms, (3 pies) aproximadamente. Si el trabajo o tarea se desarrolla en el piso, no existe cavidad de piso. En la Fig. 1 se muestra el espaciado relativo de las cavidades del local, techo y piso, así como la "altura de montaje" de los luminarios.

* Capítulo VIII de la clínica F.I.D.
GLE Sylvania, Danvers, Mass.

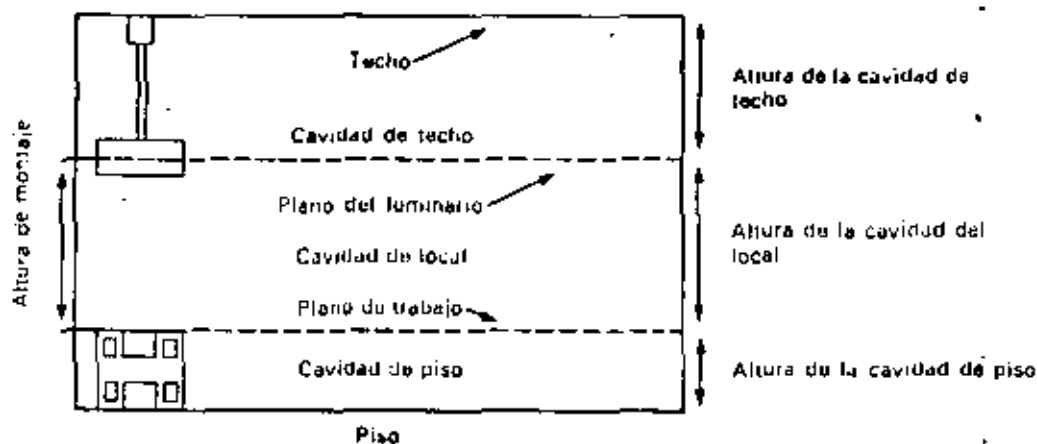


Figura No. 1

Para nuestros cálculos nos referiremos a las tres cavidades por los símbolos normalmente usados para describirlos:

- h_{ce} = Altura de la cavidad de techo
- h_{cl} = Altura de cavidad del local
- h_{cp} = Altura de cavidad de piso

Teoría del método de cavidad zonal

La teoría básica considerada en este método de cálculo de iluminación es que la luz producida por una lámpara o luminario es reflejada por todas las superficies del área. Las reflexiones múltiples de la luz desde el luminario y desde las superficies del local actúan para producir la luz en el plano de trabajo. Debido a este hecho es muy importante determinar:

- a) Las dimensiones del local
- b) Las reflectancias del local referente a:
 - 1) techo
 - 2) paredes, y
 - 3) piso
- c) Características de la lámpara
- d) " del luminario
- e) Efectos ambientales
 - 1) polvo y suciedad
 - 2) temperatura
- f) Mantenimiento planeado del sistema de iluminación

Con el objeto de producir un lux en el plano de trabajo, el sistema de iluminación debe producir un lumen sobre cada metro cuadrado. De hecho, la definición de lux es: Un lumen por metro cuadrado, o bien, establecido en forma matemática,

$$\frac{\text{Lumen}}{\text{m}^2} = 1 \text{ lux}$$

Por lo tanto, un nivel de iluminación promedio de 1,000 luxes sobre un área de 10 m² requerirá de 10,000 lúmenes (desde el sistema de iluminación) que sean dirigidos al plano de trabajo.

Conforme la fuente de luz se encuentre más distante del plano de trabajo, el nivel de iluminación se reducirá en proporción al cuadrado de la distancia. Por ejemplo, si un sistema de iluminación produce 1,000 luxes a una distancia de 10 metros, entonces a 20 metros el mismo sistema no producirá la mitad sino una cuarta parte del nivel de iluminación, o sea 250 luxes,¹ o sea:

$$I = \frac{1}{d^2} = \frac{1}{(2)^2} = \frac{1}{4} = \text{Una cuarta parte del nivel original}$$

donde: I = nivel de iluminación
d = distancia del luminario al plano de trabajo

Cuatro veces la distancia no producirá una cuarta parte

$$\text{sino } \frac{1}{(4)^2} \text{ o un } \frac{1}{16} \text{ del nivel original.}$$

Terminado del local

Es muy importante recordar que los colores de las superficies del local tienen un gran efecto en el nivel de iluminación producido por un sistema. Usar colores claros en las paredes, techos y pisos, dará como resultado un nivel mayor de iluminación que si se usan colores oscuros. Lo anterior se aplica también a muebles dentro del local, materiales colgantes y alfombras.

Fórmulas básicas — Método de cavidad zonal

La fórmula básica para determinar el número de luminarios necesarios para producir un nivel de iluminación deseado para un espacio conocido es como sigue:

$$\text{Luxes} = \frac{\text{No. de luminarios} \times \text{lámparas/luminarios} \times \text{lúmenes/lámparas} \times \text{c.u.} \times \text{m.f.}}{\text{Área}}$$

¹Generalmente para fuentes puntuales cercanas; puede variar ligeramente cuando se utilizan fuentes difusas.

donde: c.u. = coeficiente de utilización
 m.f. = factor de mantenimiento
 = L.L.D. × L.D.D.
 L.L.D. = depreciación de lúmenes de la lámpara
 L.D.D. = depreciación del luminario

Ejemplo:

Determinar el número de luminarios necesarios para iluminar un área de 5,000 metros cuadrados a un nivel de 1,000 luxes (nivel promedio mantenido) dando los datos:

c.u. = .74
 L.L.D. = 90%
 L.D.D. = 85% } m.f. = .765 = 76.5%
 Lúmenes de la lámpara = 50,000
 Lámparas por luminario = 1 lámpara

Por lo tanto:

$$\text{No. de luminarios requeridos} = \frac{5,000 \times 1,000}{1 \times 50,000 \times .74 \times .90 \times .85} = 177$$

Despejándose de la fórmula anterior el nivel de iluminación en luxes, cuando el número de luminarios es conocido, da como resultado:

$$\text{Luxes} = \frac{\text{No. de luminarios} \times \text{lámparas/luminario} \times \text{lúmenes/lámparas} \times \text{c.u.} \times \text{m.f.}}{\text{Área}}$$

Usando el mismo ejemplo anterior:

$$\text{Luxes} = \frac{177 \times 1 \times 50,000 \times .74 \times .90 \times .85}{5,000} = 1,000 \text{ luxes}$$

Sin embargo, la fórmula básica deberá ser usada para determinar el número de luminarios requeridos o determinar el nivel de iluminación producido por el número de luminarios establecidos.

Obsérvese que la fórmula requiere del conocimiento de las lámparas, luminario y factores de mantenimiento.

Trataremos ahora cómo determinar los factores y dónde encontrarlos.

a) Factores de lámpara

1. Valor de lúmenes iniciales.
2. Lúmenes mantenidos o lúmenes medios (promedio) producidos por la lámpara a través de sus horas de vida (L.L.D. = depreciación de lúmenes de la lámpara).

b) Factores de luminario

1. Factor de depreciación de luminario (L.D.D. = factor de depreciación de luminario debido al polvo).
2. Coeficiente de utilización (c.u.).

A. Los fabricantes de lámparas publican datos en los cuales se indica el valor inicial de producción lumínica y el valor medio (promedio), o la depreciación de lúmenes de la lámpara a través de las horas de vida (L.L.D.).

B. Los fabricantes de luminarios publican datos sobre los mismos, los cuales incluyen la pérdida de luz debido al polvo y suciedad en la superficie de los luminarios y controlentes (en casos de que se usen). También normalmente proporcionan el coeficiente de utilización para diferentes tamaños de local, usando diferentes reflectancias de las superficies. El coeficiente de utilización es un parámetro que nos indica qué tan eficiente es el luminario en convertir los lúmenes producidos por la lámpara en nivel de iluminación útil en el plano de trabajo.

Un coeficiente de utilización de .80 significa que de la luz emitida por la lámpara solamente un .80 u 80% se puede utilizar en el plano de trabajo. Esto indica que el coeficiente de utilización depende de otros factores independientes del luminario, como son las reflectancias de las superficies del local discutidas anteriormente.

Hemos establecido que el método de cavidad zonal provee un nivel de iluminación promedio uniforme en un local. Sin embargo, es válido siempre y cuando el luminario se encuentre localizado correctamente y tenga una distribución adecuada en relación a la altura de montaje y espaciamiento entre luminarios, conforme a los valores recomendados.

Los fabricantes de luminarios especifican el espaciamiento máximo entre luminarios en relación a la altura de montaje. Este factor es conocido como la relación del "espaciamiento a altura de montaje" o S/M. H.

Pasos a seguir para calcular un sistema de iluminación

Con objeto de simplificar el procedimiento de cálculo para determinar el número de luminarios así como la localización de éstos en el área, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Determinar el tipo de trabajo que se desarrollará en el local. Esto servirá para determinar la calidad y cantidad de luz que se necesita.

El Illuminating Engineering Society of North America indica los niveles de iluminación recomendados para trabajos específicos.

2. Determinar qué fuente luminosa deberá usarse.

3. Determinar qué condiciones ambientales prevalecerán en el área. Esto nos ayudará a determinar los efectos de polvo, suciedad y las condiciones ambientales que se deberán tomar en cuenta.

4. Determinar las características físicas y operacionales del área y cómo se usará. Esto incluye dimensiones del local, valores de reflectancia, localización del plano de trabajo y características operacionales, tales como: Horas diarias y anuales de uso del sistema.

5. Seleccionar el luminario que se usará. Algunos de los factores que ayudan a determinar el luminario que deberá usarse son:

- a) Altura de montaje
- b) Tipo de lámpara seleccionada
- c) Características de depreciación del luminario
- d) Restricciones físicas del montaje (colgante, empotrado, abierto, cerrado, etc.)
- e) Mantenimiento requerido (limpieza del reflector y el reemplazo de las lámparas)
- f) Costo, tamaño y peso
- g) Aspecto estético

6. Determinar los factores de depreciación de luz para el área. Los factores de pérdida de luz se pueden dividir en dos categorías:

- a) No recuperables
- b) Recuperables

Los factores no recuperables se consideran como:

La temperatura ambiental, la cual puede afectar el comportamiento del luminario; voltaje de alimentación al luminario; características del balastro y características de las superficies del luminario (el material actual cambia sus características a través de sus horas de vida).

Los factores recuperables son:

La depreciación de la producción lumínica de la lámpara; las lámparas fuera de operación; depreciación del luminario debido al polvo; depreciación de la superficie del local debido al polvo.

Multiplicando todos los factores de pérdida se obtiene un factor de pérdida neta.

Con el fin de simplificar los cálculos, usaremos en el siguiente ejemplo únicamente los dos factores que afectan en mayor proporción la pérdida de luz, a saber:

- L.L.D. = Depreciación de lúmenes de lámpara
- L.D.D. = Depreciación del luminario debido al polvo

Multiplicando estos dos factores obtenemos el factor de mantenimiento (m.f.).

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{L.L.D.} &= .8 \\ \text{L.D.D.} &= .9 \\ \text{m.f.} &= .8 \times .9 = .72 \end{aligned}$$

Los factores de depreciación de los lúmenes de la lámpara y del luminario, debidos al polvo, se pueden determinar ya sea por los datos proporcionados por los fabricantes o por los datos proporcionados por el IES. En la Fig. No. 2 se muestran varias gráficas para determinar el factor de pérdida del luminario debido al polvo.

7. Cálculo de las relaciones de cavidad

- a) Cavidad de local
- b) Cavidad de techo
- c) Cavidad de piso

La fórmula para el cálculo de la relación de cavidad es:

$$\text{Relación de cavidad} = \frac{5 \times \text{altura} \times (\text{largo} + \text{ancho})}{\text{Largo} \times \text{Ancho}}$$

Donde:

Altura = Altura de cavidad de local, piso o techo

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{Longitud de local} &= 30 \text{ metros} \\ \text{Ancho de local} &= 15 \text{ metros} \\ \text{Altura de cavidad de local} &= 6 \text{ metros} \end{aligned}$$

La relación de cavidad de local será:

$$\begin{aligned} \text{R.C.R.} &= \frac{5 \times h \times (L+W)}{L \times W} = \frac{5 \times 6 \times (30 + 15)}{450} = \\ &= \frac{5 \times 6 \times 45}{450} = \frac{1,350}{450} = 3 \end{aligned}$$

Cálculos similares permitirán determinar la relación de cavidad de techo y piso. En la tabla No. 1 se ilustran las relaciones de cavidad correspondientes a las diferentes dimensiones del local.

8. Determinar las reflectancias efectivas correspondientes a las cavidades de techo y piso. Este procedimiento contempla el efecto de interreflexión de la luz considerando las diferentes superficies del local. En la tabla 2 se indican las reflectancias efectivas.

Si todas las superficies son altamente reflectivas, o si los luminarios se encuentran localizados directamente en el techo, no será necesario efectuar este cálculo. En este caso se puede usar el valor actual de las reflectancias de las superficies (estimadas o medidas) para determinar el coeficiente de utilización.

9. Determinar el coeficiente de utilización (c.u.).

El coeficiente de utilización se encuentra en los datos técnicos proporcionados por el fabricante para el luminario que se usará (ver tabla No. 3).

Se notará que con el objeto de seleccionar el valor apropiado del c.u. de esas tablas, se deberán conocer primeramente las reflectancias efectivas de techo, pared y piso. La mayoría de las tablas muestran solamente un valor típico para la reflectancia de piso. Este valor es 20% y es considerado generalmente como un valor normal. En caso de que el valor de reflectancia sea mayor o menor del 20% se debe corregir de acuerdo con los datos disponibles en la tabla No. 4.

10. Cálculo del número de luminarios requeridos;

Con los datos anteriores se debe aplicar la fórmula siguiente:

$$\text{No. de luminarios} = \frac{\text{área} \times \text{luxes (promedio mantenido)}}{\text{No. de lámparas/luminario} \times \text{lúmenes/lámpara} \times \text{coeficiente de utilización} \times \text{factor de mantenimiento}}$$

Ejemplo:

- Dimensiones del local
Longitud 150 metros
Ancho 30 metros
Altura 8.5 metros
- Altura del plano de trabajo 1.0 metros
- Altura de montaje del luminario 6.0 metros (refiérase a la Fig. No. 1).
- Las reflectancias del local son:
Paredes 30%
Techo 80%
Piso 20%
- La lámpara será:
Lumalux LU-400
Lúmenes iniciales por lámpara 50,000
L.L.D. = .90
- El luminario escogido requiere una lámpara por luminario (luminario tipo 16).
- La depreciación del luminario debido al polvo, el factor es .85 u 85%.
- El nivel de iluminación requerido, es de 1,000 luxes.

En las tablas de relación de cavidad encontramos que las relaciones son:

- Cavidad de local = 1.2
- " " techo = 0.3
- " " piso = 0.2

Estos factores también pueden ser calculados como sigue:

$$\begin{aligned} \text{- Cavidad de techo} &= \frac{5 \times 1.5 (30 + 150)}{30 \times 150} = \\ &= \frac{5 \times 1.5 \times 180}{4,500} = 0.3 \end{aligned}$$

$$\text{Relación de cavidad de local} = \frac{5 \times 6 (30 + 150)}{4,500} = 1.2$$

$$\text{Relación de cavidad de piso} = \frac{5 \times 1 (30 + 150)}{4,500} = 0.2$$

Tomando en cuenta las relaciones de cavidad, podemos determinar las reflexiones efectivas y de esta manera determinar el valor neto efectivo de reflectancias para techo y piso, las cuales son:

$$\begin{aligned} r_{te} &= \text{Reflectancia efectiva de techo} = .74 \\ r_{pe} &= \text{Reflectancia efectiva de piso} = .19 \end{aligned}$$

En la tabla de coeficientes de utilización de luminarios podemos encontrar que el coeficiente de utilización para

este luminario en particular es aproximadamente de $0.7941 \approx 0.795$.

Tomando 0.795 como coeficiente de utilización, se puede calcular el número necesario de luminarios como sigue:

$$\begin{aligned} \text{No. de luminarios} &= \frac{4,500 \times 1,000}{1 \times 50,000 \times 0.795 \times .765} = \\ &= 147.98 \approx 148 \end{aligned}$$

Por lo tanto, el número de luminarios será de 148.

Calcularemos el área promedio de luminario como sigue:

$$\frac{\text{área total}}{\text{No. de luminarios}} = \frac{4,500}{148} = 30.40 \text{ m}^2$$

El espaciamiento entre luminarios se determinará obteniendo la raíz cuadrada del área promedio por luminario:

$$\begin{aligned} \text{Espaciamiento promedio} &= \sqrt{\text{área/luminario}} = \\ &= \sqrt{30.40} = 5.51 \text{ mts.} \end{aligned}$$

El número aproximado de luminarios en cada hilera se puede encontrar dividiendo primero la longitud del local entre el espaciamiento promedio y posteriormente dividiendo el ancho del local entre el espaciamiento promedio.

$$\text{a lo largo} \quad \frac{150}{5.51} = 27.22 \text{ luminarios}$$

$$\text{a lo ancho} \quad \frac{30}{5.51} = 5.44 \text{ luminarios}$$

El número instalado en cada hilera podría ser $29 \times 5 = 145$ o $28 \times 6 = 168$.

La localización se determinará de acuerdo con las limitaciones físicas del espacio en el local.

Deberemos también asegurarnos de que la relación de espaciamiento a altura de montaje no exceda lo especificado por el fabricante de luminarios.

La máxima relación S/M.H. para este luminario en particular es de 1.5 o sea que el espaciamiento no debe ser mayor que 1.5 veces la altura de montaje. En nuestro ejemplo, la altura de montaje es de seis metros; podremos sin embargo, utilizar hasta nueve metros entre luminarios y aún así mantener uniforme nuestro nivel de iluminación.

En nuestro ejemplo, el espaciamiento es de 5 u 5.5 metros, por lo tanto, la distribución es la adecuada.

Tabla No. 1

Relaciones de Cavidad

Dimensiones del local		Dimensión de la cavidad																				
Ancho	Largo	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8	9	10	11	12	14	16	20	25	30	
8	8	1.2	1.1	2.5	3.1	3.7	4.4	5.0	6.2	7.3	8.4	10.0	11.2	12.5	—	—	—	—	—	—	—	
	10	1.1	1.7	2.3	2.8	3.4	3.9	4.5	5.6	6.7	7.9	9.0	10.1	11.3	12.4	—	—	—	—	—	—	
	14	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.4	3.9	4.9	5.9	6.9	7.9	8.9	9.7	10.7	11.7	—	—	—	—	—	
	20	0.9	1.3	1.7	2.2	2.6	3.1	3.5	4.1	5.1	6.1	7.0	7.9	8.8	9.6	10.5	12.2	—	—	—	—	
	30	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.9	3.2	3.7	4.7	5.5	6.3	7.1	7.9	8.7	9.5	11.0	—	—	—	—	
10	10	0.7	1.1	1.5	1.9	2.3	2.6	3.0	3.7	4.5	5.3	5.9	6.5	7.1	7.7	8.3	11.5	—	—	—	—	
	14	0.9	1.3	1.7	2.1	2.6	3.0	3.4	4.1	4.9	5.7	6.0	6.8	7.4	8.0	8.6	12.0	—	—	—	—	
	20	0.7	1.1	1.5	1.9	2.3	2.6	3.0	3.7	4.5	5.3	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4	10.3	12.0	—	—	—	
	30	0.7	1.0	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7	3.3	4.0	4.7	5.3	5.9	6.4	6.9	7.4	9.1	10.8	—	—	—	
	40	0.6	0.9	1.2	1.6	1.9	2.2	2.5	3.1	3.7	4.4	5.0	5.6	6.2	6.7	7.2	8.7	10.0	12.0	—	—	
12	12	0.5	1.2	1.7	2.1	2.5	2.9	3.3	4.2	5.0	5.8	6.7	7.5	8.4	9.2	10.0	11.7	—	—	—	—	
	16	0.7	1.1	1.5	1.8	2.2	2.6	2.9	3.8	4.4	5.1	5.9	6.5	7.2	8.0	8.7	10.7	11.8	—	—	—	
	24	0.6	0.9	1.2	1.6	1.9	2.2	2.5	3.1	3.7	4.4	5.0	5.6	6.2	6.8	7.4	9.0	10.3	12.0	—	—	
	36	0.6	0.8	1.1	1.4	1.7	1.9	2.2	2.8	3.3	3.9	4.4	5.0	5.5	6.0	6.6	7.8	9.0	11.0	—	—	
	50	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	4.6	5.1	5.6	6.2	7.2	8.2	10.2	12.0	—	
14	14	0.7	1.1	1.4	1.8	2.1	2.5	2.9	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.1	7.8	8.5	10.0	11.4	—	—	—	
	20	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	3.0	3.6	4.2	4.9	5.5	6.1	6.7	7.3	8.6	9.8	12.0	—	—	
	30	0.5	0.8	1.0	1.3	1.6	1.9	2.1	2.8	3.1	3.7	4.2	4.7	5.2	5.8	6.3	7.3	8.4	10.0	12.0	—	
	42	0.5	0.7	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	2.4	2.8	3.3	3.8	4.3	4.7	5.2	5.7	6.7	7.8	9.0	11.0	—	
	60	0.4	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8	2.2	2.6	3.1	3.5	3.9	4.4	4.8	5.2	6.1	7.0	8.2	10.0	12.0	
17	17	0.6	0.9	1.2	1.6	1.9	2.1	2.3	2.9	3.5	4.1	4.7	5.3	5.9	6.5	7.0	8.2	9.4	11.2	—	—	
	25	0.5	0.7	1.0	1.3	1.5	1.7	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0	10.0	12.0	—	
	35	0.4	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.2	2.6	3.1	3.5	3.9	4.4	4.8	5.2	6.1	7.0	8.2	10.0	—	
	50	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	2.4	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.6	5.5	6.2	7.7	9.7	12.0	
	70	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4	1.8	2.1	2.5	2.9	3.3	3.6	4.0	4.3	5.1	5.8	7.2	9.0	12.0	
20	20	0.5	0.7	1.0	1.3	1.6	1.7	2.0	2.3	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0	10.0	12.0	—	
	30	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.1	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	4.9	5.8	6.8	8.2	10.0	12.0	
	45	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.8	2.2	2.5	2.9	3.3	3.6	4.0	4.3	5.1	5.8	7.2	9.1	12.0	
	60	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.7	5.4	6.7	8.4	10.1	
	90	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	4.2	4.9	6.0	7.4	9.0	
24	24	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.1	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	5.0	5.8	6.7	8.2	10.0	12.0	
	32	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8	2.2	2.6	2.9	3.3	3.6	4.0	4.3	5.1	5.8	7.2	9.0	11.0	
	50	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.5	1.7	2.0	2.3	2.6	2.9	3.1	3.4	4.1	4.8	6.0	7.8	9.8	
	70	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.4	1.7	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0	3.3	3.8	4.5	5.5	6.9	8.2	
	100	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.3	1.6	1.8	2.1	2.4	2.6	2.9	3.1	3.7	4.2	5.2	6.5	7.9	
30	30	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7	3.0	3.3	3.7	4.0	4.7	5.4	6.7	8.4	10.0	
	45	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	1.1	1.1	1.4	1.7	1.9	2.2	2.5	2.7	3.0	3.3	3.8	4.4	5.5	6.9	8.2	
	60	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.3	2.5	2.7	3.0	3.5	4.0	5.0	6.2	7.4	
	90	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.1	3.6	4.5	5.8	7.0	
	150	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.3	2.4	2.8	3.2	4.0	5.0	6.0	
48	30	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.4	1.7	1.9	2.2	2.5	2.8	3.0	3.3	3.9	4.4	5.5	6.9	8.3	
	50	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	2.1	2.5	2.8	2.9	3.3	3.8	4.8	5.8	7.2	
	75	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.3	2.5	2.9	3.3	4.1	5.1	6.1	
	100	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	3.0	3.8	4.7	5.7	
	150	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	1.9	2.1	2.4	2.8	3.5	4.3	5.3	
42	42	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.9	2.1	2.4	2.6	2.8	3.3	3.8	4.7	5.9	7.1	
	60	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.8	3.2	4.0	5.0	6.0	
	90	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.4	2.8	3.4	4.4	5.2	
	140	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	3.1	3.9	4.8	
	200	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	2.0	2.3	2.6	3.2	3.6	4.3	
50	50	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.8	3.2	4.0	5.0	6.0	
	70	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	2.4	2.7	3.4	4.3	5.1	
	100	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	1.9	2.1	2.4	3.0	3.7	4.5	
	150	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.6	1.9	2.1	2.7	3.3	
	300	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.9	2.3	2.9	3.6	
80	60	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.5	1.7	1.8	2.0	2.3	2.7	3.3	4.3	5.0	
	100	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.9	2.1	2.7	3.3	4.0	
	150	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.4	1.6	1.9	2.3	2.9	3.5	
	300	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	2.0	2.5	3.0	
	75	75	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.9	2.1	2.7	3.3	4.0
120		0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.7	2.2	2.7	
200		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.8	2.3	2.7	
300		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.7	2.1	
100		100	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	2.0	2.5	3.0
	200	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.6	1.9	2.2	
	300	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.7	2.0	
	150	150	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5
		300	—	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7				

Porcentaje de las reflectancias efectivas de techo o piso para varias combinaciones de reflectancias

% de reflectancia base*	90										80										70										60										50									
% de reflectancia de pared	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Relación de cavidad																																																		
0.2	89	88	88	87	86	85	85	84	84	82	79	78	78	77	77	76	76	75	74	72	70	69	68	68	67	67	66	66	65	64	60	59	59	59	58	57	56	56	55	53	50	50	49	49	48	48	47	46	46	44
0.4	88	87	86	85	84	83	81	80	79	70	79	77	76	75	74	73	72	71	70	68	69	68	67	66	65	64	63	62	61	58	60	59	59	58	57	55	54	53	52	50	50	49	48	48	47	46	45	45	44	42
0.6	87	86	84	82	80	79	77	76	74	73	78	76	75	73	71	70	68	66	65	63	69	67	65	64	63	61	59	58	57	54	60	58	57	56	55	53	51	51	50	46	50	48	47	46	45	44	43	42	41	38
0.8	87	85	82	80	77	75	73	71	69	67	78	75	73	71	69	67	65	63	61	57	68	66	64	62	60	58	56	55	53	50	59	57	56	55	54	51	48	47	46	43	50	48	47	45	44	42	40	39	38	36
1.0	86	83	80	77	75	72	69	66	64	62	77	74	72	69	67	65	62	60	57	55	68	65	62	60	58	55	53	52	50	47	59	57	55	53	51	48	45	44	43	41	50	48	46	44	43	41	38	37	36	31
1.2	85	82	78	75	72	69	66	63	60	57	76	73	70	67	64	61	58	55	53	51	67	64	61	59	57	54	50	48	46	44	58	56	54	51	49	46	44	42	40	38	50	47	45	43	41	39	36	35	34	29
1.4	85	80	77	73	69	65	62	59	57	52	76	72	68	65	62	59	55	53	50	48	67	63	60	58	55	51	47	45	44	41	58	56	53	49	47	44	41	39	38	36	50	47	45	42	40	38	35	34	32	27
1.6	84	79	75	71	67	63	59	56	53	50	75	71	67	63	60	57	53	50	47	44	67	62	59	56	53	47	45	43	41	38	59	55	52	48	45	42	39	37	35	33	50	47	44	41	39	36	33	32	30	26
1.8	83	78	73	69	64	60	56	53	50	46	75	70	66	62	58	54	50	47	44	41	66	61	58	54	51	46	42	40	38	35	58	55	51	47	44	40	37	35	33	31	50	46	43	40	38	35	31	30	28	25
2.0	83	77	72	67	62	56	53	50	47	43	74	68	64	60	56	52	48	45	41	38	66	60	56	52	49	45	40	38	36	33	56	54	50	46	43	39	35	33	31	29	50	46	43	40	37	34	30	28	26	24
2.2	82	76	70	65	59	54	50	47	44	40	74	68	63	58	54	49	45	42	38	35	66	60	55	51	48	43	38	36	34	32	58	53	49	45	42	37	34	31	29	28	50	46	42	38	36	33	29	27	24	22
2.4	82	75	69	64	58	53	48	45	41	37	73	67	61	56	52	47	43	40	36	33	65	60	54	50	46	41	37	35	32	30	58	53	48	44	41	36	32	30	27	26	50	46	42	37	35	31	27	25	23	21
2.6	81	74	67	62	56	51	46	42	38	35	73	66	60	55	50	45	41	38	34	31	65	59	54	49	45	40	35	33	30	28	58	53	48	43	39	35	31	28	26	24	50	46	41	37	34	30	26	23	21	20
2.8	81	73	66	60	54	49	44	40	36	34	73	65	59	53	48	43	39	36	32	29	65	59	53	48	43	38	33	30	28	26	58	53	47	43	38	34	29	27	24	22	50	46	41	36	33	29	25	22	20	19
3.0	80	72	64	58	52	47	42	38	34	30	72	65	58	52	47	42	37	34	30	27	64	58	52	47	42	37	32	29	27	24	57	52	46	42	37	32	28	25	23	20	50	45	40	36	32	28	24	21	19	17
3.2	79	71	63	56	50	45	40	36	32	28	72	65	57	51	45	40	35	33	28	25	64	58	51	46	40	36	31	28	25	23	57	51	45	41	36	31	27	23	22	18	50	41	39	35	31	27	23	20	18	16
3.4	79	70	62	54	48	43	38	34	30	27	71	64	56	49	44	39	34	32	27	24	64	57	50	45	39	35	29	27	24	22	57	51	45	40	35	30	26	23	20	17	50	44	39	35	30	26	22	19	17	15
3.6	78	69	61	53	47	42	36	32	28	25	71	63	54	48	43	38	32	30	25	23	63	56	49	44	38	33	28	25	22	20	57	50	44	39	34	29	25	22	19	16	50	44	39	34	29	25	21	18	16	14
3.8	78	69	60	51	45	40	35	31	27	23	70	62	53	47	41	36	31	28	24	22	63	56	49	43	37	32	27	24	21	19	57	50	43	38	33	29	24	21	19	15	50	44	38	34	29	25	21	17	15	13
4.0	77	69	58	51	44	39	33	29	25	22	70	61	53	46	40	35	30	26	22	20	63	55	48	42	36	31	26	23	20	17	57	49	42	37	32	28	23	20	18	14	50	44	38	33	28	24	20	17	15	12
4.2	77	62	57	50	43	37	32	28	24	21	69	60	52	45	39	34	29	25	21	18	62	55	47	41	35	30	25	22	19	16	56	49	42	37	32	27	22	19	17	14	50	43	37	32	28	24	20	17	14	12
4.4	76	61	56	49	42	36	31	27	23	20	69	60	51	44	38	33	28	24	20	17	62	54	46	40	34	29	24	21	18	15	56	49	42	36	31	27	22	19	16	13	50	43	37	32	27	23	19	16	13	11
4.6	76	60	55	47	40	35	30	26	22	19	69	59	50	43	37	32	27	23	19	15	62	53	45	39	33	28	24	21	17	14	56	49	41	35	30	26	21	18	16	13	50	43	36	31	26	22	18	15	13	10
4.8	75	59	54	46	39	34	28	25	21	18	68	58	49	42	36	31	26	22	18	14	62	53	45	38	32	27	23	20	16	13	56	48	41	34	29	25	21	18	15	12	50	43	36	31	26	22	18	15	12	09
5.0	75	59	53	45	38	33	28	24	20	16	68	58	48	41	35	30	25	21	18	14	61	52	44	36	31	26	22	19	16	12	56	48	40	34	28	24	20	17	14	11	50	42	35	30	25	21	17	14	12	09
6.0	73	61	49	41	34	29	24	20	16	11	66	55	44	38	31	27	22	19	15	10	60	51	41	35	28	24	19	16	13	09	55	45	37	31	25	21	17	14	11	07	50	42	34	29	23	19	15	13	10	06
7.0	70	58	45	38	30	27	21	18	14	08	64	53	41	35	28	24	19	16	12	07	58	48	38	32	26	22	17	14	11	06	54	43	35	30	24	20	15	12	09	05	49	41	32	27	21	18	14	11	08	05
8.0	65	55	42	35	27	23	18	15	12	06	62	50	38	32	25	21	17	14	11	05	57	46	35	29	23	19	15	13	10	05	53	42	33	28	22	18	14	11	08	04	49	40	30	25	19	16	12	10	07	03
9.0	66	52	38	31	25	21	16	14	11	05	61	49	36	30	23	19	15	13	10	04	56	45	33	27	21	18	14	12	09	04	52	40	31	26	20	16	12	10	07	03	48	39	29	24	18	15	11	09	07	03
10.0	65	51	36	29	22	19	15	11	09	04	59	46	33	27	21	18	14	11	08	03	55	43	31	25	19	16	12	10	08	03	51	39	29	24	18	15	11	09	07	02	47	37	27	22	17	14	10	08	06	02

* Techo, piso, o piso de la cavidad.
 Consejo IES Handbook.

Tabla No. 2


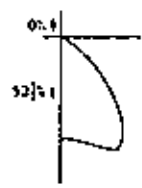

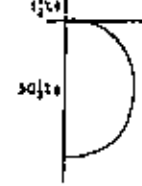

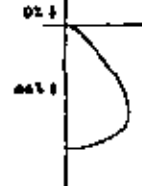

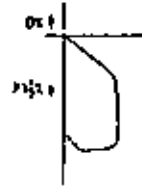

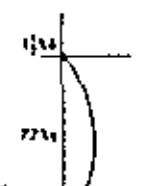
Porcentaje de las reflectancias efectivas de techo o piso para varias combinaciones de reflectancias

% de reflectancia base*	40										30										20										10										0										
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	
Relación de cavidad																																																			
0.2	40	40	39	39	39	38	38	37	36	36	31	31	30	30	29	29	29	28	28	27	21	20	20	20	20	20	19	19	19	17	11	11	11	10	10	10	10	09	09	09	02	02	02	01	01	01	01	01	00	00	0
0.4	41	40	39	39	38	37	36	35	34	34	31	31	30	30	29	28	28	27	26	25	22	21	20	20	20	19	19	18	18	16	12	11	11	11	11	10	10	09	09	08	04	03	03	02	02	02	01	01	00	00	0
0.6	41	40	39	38	37	36	34	33	32	31	32	31	30	29	28	27	26	25	23	23	21	21	20	19	19	18	18	17	15	13	13	12	11	11	10	10	09	08	08	05	05	04	03	03	02	02	01	01	0	0	
0.8	41	40	38	37	36	35	33	32	31	29	32	31	30	29	28	26	25	23	22	24	22	21	20	19	19	18	17	16	14	15	14	13	12	11	10	10	09	08	07	07	06	05	04	04	03	02	02	01	0	0	
1.0	42	40	38	37	35	33	32	31	29	27	33	32	30	29	27	25	24	23	22	20	25	23	22	20	19	18	17	16	15	13	16	14	13	12	12	11	10	09	08	07	08	07	06	05	04	03	02	02	01	0	0
1.2	42	40	38	36	34	32	30	29	27	25	33	32	30	28	27	25	23	22	21	19	25	23	22	20	19	17	17	16	14	12	17	15	14	13	12	11	10	09	07	06	10	08	07	06	05	04	03	02	01	0	0
1.4	42	39	37	35	33	31	29	27	25	23	34	32	30	28	26	24	22	21	19	18	26	24	22	20	18	17	16	15	13	12	18	16	14	13	12	11	10	09	07	06	11	09	08	07	06	04	03	02	01	0	0
1.6	42	39	37	35	32	30	27	25	23	22	34	33	29	27	25	23	22	20	18	17	26	24	22	20	18	17	16	15	13	11	19	17	15	14	12	11	09	08	07	06	12	10	09	07	06	05	03	02	01	0	0
1.8	42	39	36	34	31	29	26	24	22	21	35	33	29	27	25	23	21	19	17	16	27	25	23	20	18	17	15	14	12	10	19	17	15	14	13	11	09	08	06	05	13	11	09	08	07	05	04	03	01	0	0
2.0	42	39	36	34	31	28	25	23	21	19	35	33	29	26	24	22	20	18	16	14	28	25	23	20	18	16	15	13	11	09	20	18	16	14	13	11	09	08	06	05	14	12	10	09	07	05	04	03	01	0	0
2.2	42	39	36	33	30	27	24	22	19	18	36	32	29	26	24	22	19	17	15	13	28	25	23	20	18	16	14	12	10	09	21	19	16	14	13	11	09	07	06	05	15	13	11	09	07	06	04	03	01	0	0
2.4	43	39	35	33	29	27	24	21	18	17	36	32	29	26	24	22	19	16	14	12	29	26	23	20	18	16	14	12	10	08	22	19	17	15	13	11	09	07	06	05	16	13	11	09	08	06	04	03	01	0	0
2.6	43	39	35	32	29	26	23	20	17	15	36	32	29	25	23	21	18	16	14	12	29	26	23	20	18	16	14	11	09	08	23	20	17	15	13	11	09	07	06	04	17	14	12	10	08	06	05	03	02	0	0
2.8	43	39	35	32	28	25	22	19	16	14	37	33	29	25	23	21	17	15	13	11	30	27	23	20	18	15	13	11	09	07	23	20	18	16	13	11	09	07	05	03	17	15	13	10	08	07	05	03	02	0	0
3.0	43	39	35	31	27	24	21	18	16	13	37	33	29	25	22	20	17	15	12	10	30	27	23	20	17	15	13	11	09	07	24	21	18	16	13	11	09	07	05	03	18	16	13	11	09	07	05	03	02	0	0
3.2	43	39	35	31	27	23	20	17	15	13	37	33	29	25	22	19	16	14	12	10	31	27	23	20	17	15	12	11	09	06	25	21	18	16	13	11	09	07	05	03	19	16	14	11	09	07	05	03	02	0	0
3.4	43	39	34	30	26	23	20	17	14	12	37	33	29	25	22	19	16	14	11	09	31	27	23	20	17	15	12	10	08	06	26	22	18	16	13	11	09	07	05	03	20	17	14	12	09	07	05	03	02	0	0
3.6	44	39	34	30	26	22	19	16	14	11	38	33	29	24	21	18	15	13	10	09	32	27	23	20	17	15	12	10	08	05	26	22	19	16	13	11	09	06	04	03	20	17	15	12	10	08	05	04	02	0	0
3.8	44	38	33	29	25	22	18	16	13	10	38	33	28	24	21	18	15	13	10	08	32	28	23	20	17	15	12	10	07	05	27	23	19	17	14	11	09	06	04	02	21	18	15	12	10	08	05	04	02	0	0
4.0	44	38	33	29	25	21	18	15	12	10	38	33	28	24	21	18	14	12	09	07	33	28	23	20	17	14	11	09	07	05	27	23	20	17	14	11	09	06	04	02	22	18	15	13	10	08	05	04	02	0	0
4.2	44	38	33	29	24	21	17	15	12	10	38	33	28	24	20	17	14	12	09	07	33	28	23	20	17	14	11	09	07	04	28	24	20	17	14	11	09	06	04	02	22	19	16	13	10	08	06	04	02	0	0
4.4	44	38	33	28	24	20	17	14	11	09	39	33	28	24	20	17	14	11	09	06	34	28	24	20	17	14	11	09	07	04	28	24	20	17	14	11	08	06	04	02	23	19	16	13	10	08	06	04	02	0	0
4.6	44	38	32	28	23	19	16	14	11	08	39	33	28	24	20	17	13	10	08	06	34	29	24	20	17	14	11	09	07	04	29	25	20	17	14	11	08	06	04	02	23	20	17	13	11	08	06	04	02	0	0
4.8	44	38	32	27	22	19	16	13	10	08	39	33	28	24	20	17	13	10	08	05	35	29	24	20	17	13	10	08	06	04	29	25	20	17	14	11	08	06	04	02	24	20	17	14	11	08	06	04	02	0	0
5.0	45	38	31	27	22	19	15	13	10	07	39	33	28	24	19	16	13	10	08	05	35	29	24	20	16	13	10	08	06	04	30	25	20	17	14	11	08	06	04	02	25	21	17	14	11	08	06	04	02	0	0
6.0	44	37	30	25	20	17	13	11	08	05	39	33	27	23	18	15	11	09	06	04	36	30	24	20	16	13	10	08	05	02	31	26	21	18	14	11	08	06	03	01	27	23	18	15	12	09	06	04	02	0	0
7.0	44	36	29	24	19	15	12	10	07	04	40	33	26	22	17	14	10	08	05	03	36	30	24	20	15	12	09	07	04	02	32	27	21	17	13	11	08	06	03	01	28	24	19	15	12	09	06	04	02	0	0
8.0	44	35	28	23	18	15	11	09	06	03	40	33	26	21	16	13	09	07	04	02	37	30	23	19	15	12	08	06	03	01	33	27	21	17	13	10	07	05	03	01	30	25	20	15	12	09	06	04	02	0	0
9.0	44	35	26	21	16	13	10	08	05	02	40	33	25	20	15	12	09	07	04	02	37	29	23	19	14	11	08	06	03	01	34	28	21	17	13	10	07	05	02	01	31	25	20	15	12	09	06	04	02	0	0
10.0	43	34	25	20	15	12	08	07	05	02	40	32	24	19	14	11	08	06	03	01	37	29	22	18	13	10	07	05	03	01	34	28	21	17	12	10	07	05	02	01	31	25	20	15	12	09	06	04	02	0	0

* Techo, piso, o piso de la cavidad.
Cognestia IES Handbook.

Tabla No. 3


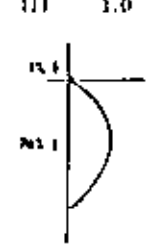

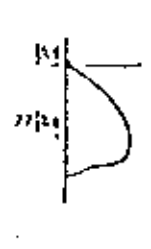

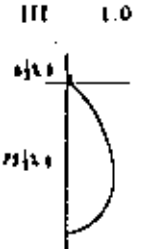

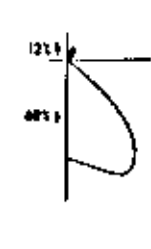

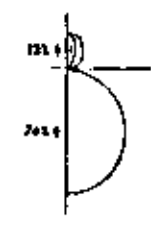
Coeficientes de Utilización

Tipo de luminario	Distribución típica y % de lúmenes de la lámpara		p _{cc} →	80			70			50			30			10			0	WDR ^c				
	Cat. de Mant.	Máximo espaciamiento S/MH		RCR ^b	p _w →	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50			30	10		
			Coeficiente de utilización para 20% de reflectancia efectiva de piso (p _{cc} = 20)																					
 <p>Unidad de distribución amplia con lente plano y lámpara acabado perla.</p>	V	1.4	RCR 1		0	.63	.63	.63	.62	.62	.62	.59	.59	.59	.56	.56	.56	.54	.54	.54	.53			
					1	.58	.56	.54	.57	.55	.54	.54	.53	.52	.52	.51	.50	.50	.50	.49	.49	.49	.48	
					2	.53	.50	.48	.52	.49	.47	.50	.48	.46	.48	.47	.45	.47	.45	.47	.45	.44	.43	.43
					3	.48	.45	.42	.47	.44	.42	.40	.43	.41	.41	.42	.40	.40	.41	.40	.40	.39	.39	.38
					4	.44	.40	.37	.43	.40	.37	.37	.38	.37	.37	.38	.35	.37	.35	.37	.34	.35	.35	.35
					5	.40	.36	.33	.39	.36	.33	.38	.35	.34	.37	.35	.32	.36	.34	.35	.33	.34	.33	.33
					6	.36	.32	.30	.36	.32	.29	.35	.32	.29	.34	.31	.29	.33	.31	.32	.30	.31	.29	.28
					7	.33	.29	.26	.33	.29	.26	.32	.28	.26	.31	.29	.26	.30	.28	.29	.28	.28	.26	.25
					8	.30	.26	.23	.30	.26	.23	.29	.26	.23	.28	.26	.23	.27	.25	.26	.25	.25	.23	.22
					9	.27	.23	.21	.27	.23	.21	.26	.23	.21	.26	.23	.21	.25	.23	.24	.23	.23	.21	.20
					10	.25	.21	.18	.25	.21	.18	.24	.21	.18	.24	.20	.18	.23	.20	.21	.20	.20	.18	.17
 <p>Unidad de empotrar con difusor de vidrio.</p>	V	1.3	RCR 1		0	.81	.81	.81	.80	.80	.80	.87	.87	.87	.84	.84	.84	.81	.81	.81	.80			
					1	.83	.81	.78	.82	.80	.77	.84	.81	.78	.84	.81	.78	.83	.81	.78	.78	.78	.77	.76
					2	.76	.72	.69	.75	.72	.69	.76	.73	.70	.76	.73	.70	.75	.73	.73	.73	.73	.72	.71
					3	.70	.66	.63	.70	.67	.64	.70	.67	.64	.70	.67	.64	.70	.67	.67	.67	.67	.66	.65
					4	.64	.60	.57	.64	.61	.58	.62	.59	.57	.60	.58	.57	.60	.58	.58	.58	.58	.57	.56
					5	.58	.54	.51	.58	.55	.52	.57	.54	.51	.55	.52	.50	.53	.51	.51	.51	.51	.50	.49
					6	.52	.48	.45	.52	.49	.46	.50	.47	.44	.47	.45	.43	.46	.44	.44	.44	.44	.43	.43
					7	.46	.42	.39	.46	.43	.40	.44	.41	.38	.43	.40	.37	.42	.39	.39	.39	.39	.38	.38
					8	.40	.36	.33	.40	.37	.34	.38	.35	.33	.38	.35	.33	.37	.35	.35	.35	.35	.34	.34
					9	.34	.30	.27	.34	.31	.28	.34	.31	.28	.33	.30	.27	.32	.29	.29	.29	.29	.28	.28
					10	.28	.24	.21	.28	.25	.22	.28	.25	.22	.27	.24	.21	.26	.23	.23	.23	.23	.22	.22
 <p>Lámpara de descarga de alta intensidad clara reflector de plástico entre el controlente y la lámpara.</p>	V	1.3	RCR 1		0	.78	.78	.78	.76	.76	.76	.73	.73	.73	.70	.70	.70	.67	.67	.67	.65			
					1	.71	.69	.66	.70	.68	.66	.67	.66	.64	.65	.64	.63	.62	.62	.62	.61	.61	.61	.60
					2	.65	.62	.59	.64	.61	.58	.62	.59	.57	.60	.58	.57	.58	.56	.56	.56	.55	.55	.54
					3	.59	.55	.52	.58	.55	.52	.57	.54	.51	.55	.52	.50	.53	.51	.51	.51	.51	.50	.49
					4	.54	.50	.47	.54	.50	.46	.52	.49	.46	.51	.48	.45	.49	.47	.47	.47	.47	.46	.45
					5	.50	.45	.42	.49	.45	.41	.48	.44	.41	.47	.43	.41	.46	.44	.44	.44	.44	.43	.43
					6	.46	.41	.37	.45	.40	.37	.44	.40	.37	.43	.39	.37	.42	.39	.39	.39	.39	.38	.38
					7	.41	.37	.33	.41	.36	.33	.40	.36	.33	.39	.35	.33	.38	.35	.35	.35	.35	.34	.34
					8	.38	.33	.30	.38	.33	.30	.37	.33	.30	.36	.32	.29	.35	.32	.32	.32	.32	.31	.31
					9	.35	.30	.27	.34	.30	.27	.34	.29	.26	.33	.29	.26	.32	.29	.29	.29	.29	.28	.28
					10	.32	.27	.24	.31	.27	.24	.31	.27	.24	.30	.26	.24	.30	.26	.26	.26	.26	.25	.25
 <p>Luminario tipo cerrado con lámpara incandescente.</p>	V	1.4	RCR 1		0	.85	.85	.85	.83	.83	.83	.79	.79	.79	.76	.76	.76	.73	.73	.73	.71			
					1	.78	.76	.74	.76	.74	.73	.73	.72	.70	.71	.69	.68	.68	.67	.67	.67	.66	.65	.65
					2	.71	.68	.65	.70	.67	.64	.68	.65	.63	.65	.63	.61	.63	.61	.61	.61	.61	.60	.60
					3	.65	.61	.57	.64	.60	.57	.62	.58	.56	.60	.57	.54	.59	.56	.56	.56	.56	.55	.54
					4	.60	.55	.51	.59	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.52	.50	.54	.51	.51	.51	.51	.50	.49
					5	.54	.49	.45	.54	.49	.45	.52	.48	.45	.51	.47	.44	.50	.46	.46	.46	.46	.45	.44
					6	.49	.44	.40	.49	.44	.40	.47	.43	.40	.46	.42	.40	.45	.42	.42	.42	.42	.41	.41
					7	.44	.39	.35	.44	.39	.35	.43	.38	.35	.42	.38	.35	.41	.37	.37	.37	.37	.36	.36
					8	.40	.35	.31	.40	.35	.31	.39	.35	.31	.38	.34	.31	.38	.34	.34	.34	.34	.33	.33
					9	.37	.31	.28	.36	.31	.28	.36	.31	.28	.35	.31	.28	.34	.30	.30	.30	.30	.29	.29
					10	.33	.28	.25	.33	.28	.25	.32	.28	.25	.32	.28	.25	.31	.27	.27	.27	.27	.26	.26
 <p>Reflector con ventilación. Distribución concentrada con lámpara clara de descarga de alta intensidad.</p>	III	0.7	RCR 1		0	.92	.92	.92	.90	.90	.90	.86	.86	.86	.82	.82	.82	.78	.78	.78	.76			
					1	.87	.85	.83	.85	.83	.82	.81	.80	.79	.78	.77	.75	.77	.75	.75	.75	.74	.74	.74
					2	.81	.79	.76	.80	.77	.75	.77	.74	.73	.75	.73	.71	.74	.72	.72	.72	.71	.71	.70
					3	.77	.73	.71	.76	.72	.70	.73	.71	.69	.71	.69	.67	.70	.68	.68	.68	.68	.67	.67
					4	.73	.69	.66	.72	.68	.65	.70	.67	.64	.68	.66	.64	.67	.65	.65	.65	.65	.64	.64
					5	.69	.65	.62	.68	.64	.61	.66	.63	.61	.65	.62	.60	.64	.61	.61	.61	.61	.60	.60
					6	.65	.61	.58	.64	.61	.58	.63	.60	.57	.62	.59	.57	.61	.58	.58	.58	.58	.57	.57
					7	.62	.57	.54	.61	.57	.54	.60	.56	.54	.59	.56	.53	.58	.55	.55	.55	.55	.54	.54
					8	.58	.54	.51	.58	.54	.51	.57	.53	.51	.56	.53	.51	.55	.52	.52	.52	.52	.51	.51
					9	.55	.51	.48	.55	.51	.48	.54	.50	.48	.53	.50	.48	.53	.50	.50	.50	.50	.49	.49
					10	.53	.49	.46	.52	.48	.46	.52	.48	.46	.51	.48	.46	.50	.47	.47	.47	.47	.46	.46

* p_{cc} = % de reflectancia efectiva de cavidad de techo.
 † p_w = % de reflectancia de paredes.
 ‡ RCR = Relación de cavidad de local.
 § Máximo espaciamiento S/MH = Relación de espaciamiento máximo del luminario a altura de montaje.
 Cortesía IES Handbook.

Tabla No. 3

Coefficientes de Utilización

Tipo de luminario	Distribución típica y % de lúmenes de la lámpara		Coeficiente de utilización para 20% de reflectancia efectiva de piso ($\rho_{ec} = 20$)																WBAC		
	Cat. de Mant.	Máximo espaciado S/MH	Coeficiente de utilización para 20% de reflectancia efectiva de piso ($\rho_{ec} = 20$)																		
			Coeficiente de utilización para 20% de reflectancia efectiva de piso ($\rho_{ec} = 20$)																		
 <p>Reflector con ventilación para distribución intermedia con lámpara clara de descarga de alta intensidad.</p>	III	1.0																			
			0	.91	.91	.91	.89	.89	.89	.84	.84	.84	.81	.81	.81	.77	.77	.77		.75	.16
			1	.81	.81	.79	.82	.80	.78	.70	.77	.70	.76	.74	.73	.73	.72	.71		.69	.16
			2	.77	.71	.70	.76	.72	.70	.73	.70	.68	.70	.68	.66	.68	.66	.65		.63	.16
			3	.71	.66	.63	.69	.65	.62	.67	.64	.61	.65	.62	.60	.63	.61	.59		.57	.15
			4	.65	.60	.56	.64	.59	.56	.62	.58	.55	.60	.57	.54	.59	.56	.54		.52	.15
			5	.59	.54	.50	.59	.54	.50	.57	.53	.50	.56	.52	.49	.54	.51	.48		.47	.14
			6	.54	.49	.45	.54	.49	.45	.52	.48	.45	.51	.47	.44	.50	.47	.44		.42	.14
			7	.50	.44	.40	.49	.44	.40	.48	.43	.40	.47	.43	.39	.46	.42	.39		.38	.14
			8	.45	.40	.36	.45	.40	.36	.44	.39	.36	.43	.39	.35	.42	.38	.35		.34	.13
			9	.41	.36	.32	.41	.36	.32	.40	.35	.32	.39	.35	.32	.38	.35	.32		.30	.13
10	.38	.33	.29	.37	.32	.29	.37	.32	.29	.36	.32	.29	.35	.31	.28	.27	.12				
 <p>Reflector con ventilación para distribución difusa con lámpara clara de descarga de alta intensidad.</p>	III	1.5																			
			0	.92	.92	.92	.90	.90	.90	.86	.86	.86	.82	.82	.82	.79	.79	.79		.77	.19
			1	.85	.82	.80	.83	.81	.79	.79	.78	.76	.76	.75	.74	.74	.72	.71		.70	.19
			2	.77	.73	.70	.75	.72	.69	.73	.70	.67	.70	.68	.66	.68	.66	.64		.63	.19
			3	.70	.65	.61	.68	.64	.60	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.62	.60	.57		.56	.18
			4	.63	.58	.53	.62	.57	.53	.60	.56	.52	.58	.55	.52	.57	.54	.51		.49	.18
			5	.57	.51	.47	.56	.51	.47	.55	.50	.46	.53	.49	.46	.52	.48	.45		.44	.17
			6	.51	.45	.41	.51	.45	.41	.49	.44	.40	.48	.43	.40	.47	.43	.40		.38	.16
			7	.46	.40	.35	.45	.39	.35	.44	.39	.35	.43	.38	.35	.42	.38	.34		.33	.16
			8	.41	.35	.31	.41	.35	.31	.40	.34	.31	.39	.34	.30	.38	.33	.30		.29	.15
			9	.37	.31	.27	.37	.31	.27	.36	.30	.27	.35	.30	.27	.34	.30	.26		.25	.15
10	.33	.27	.24	.33	.27	.23	.32	.27	.23	.31	.27	.23	.31	.26	.23	.22	.14				
 <p>Reflector con ventilación para distribución intermedia con lámpara fosforada de descarga de alta intensidad.</p>	III	1.0																			
			0	.96	.96	.96	.93	.93	.93	.87	.87	.87	.82	.82	.82	.77	.77	.77		.75	.14
			1	.89	.87	.84	.86	.84	.83	.82	.80	.79	.78	.76	.75	.74	.73	.72		.70	.14
			2	.82	.79	.76	.80	.77	.74	.76	.74	.72	.73	.71	.69	.70	.68	.67		.65	.13
			3	.76	.72	.68	.74	.70	.67	.71	.68	.65	.68	.66	.63	.66	.63	.61		.60	.13
			4	.70	.66	.62	.69	.65	.61	.66	.63	.60	.64	.61	.58	.62	.60	.57		.55	.12
			5	.65	.60	.56	.64	.59	.56	.62	.58	.54	.60	.56	.53	.58	.55	.52		.51	.12
			6	.60	.55	.51	.59	.55	.51	.57	.53	.50	.56	.52	.49	.54	.51	.48		.47	.12
			7	.56	.51	.47	.55	.50	.46	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.50	.47	.44		.43	.12
			8	.52	.47	.43	.51	.46	.43	.50	.45	.42	.48	.44	.41	.47	.43	.41		.40	.11
			9	.48	.43	.39	.47	.42	.39	.46	.42	.39	.45	.41	.38	.44	.40	.37		.36	.11
10	.45	.40	.36	.44	.39	.36	.43	.39	.36	.42	.38	.35	.41	.37	.35	.34	.10				
 <p>Reflector con ventilación para distribución difusa con lámpara fosforada de alta intensidad.</p>	III	1.5																			
			0	.93	.93	.93	.89	.89	.89	.83	.83	.83	.77	.77	.77	.71	.71	.71		.68	.15
			1	.85	.83	.81	.82	.80	.78	.77	.75	.74	.72	.71	.69	.67	.66	.65		.63	.14
			2	.78	.74	.71	.76	.72	.69	.71	.68	.66	.67	.65	.63	.63	.61	.60		.58	.14
			3	.71	.67	.63	.69	.65	.62	.65	.62	.59	.62	.60	.57	.58	.56	.54		.53	.14
			4	.65	.60	.56	.64	.59	.55	.60	.56	.53	.57	.54	.51	.54	.52	.50		.48	.13
			5	.60	.54	.50	.58	.53	.49	.55	.51	.48	.53	.49	.46	.50	.47	.45		.43	.13
			6	.54	.49	.45	.53	.48	.44	.51	.46	.43	.48	.45	.42	.46	.43	.40		.39	.13
			7	.49	.44	.40	.48	.43	.39	.46	.41	.38	.44	.40	.37	.42	.39	.36		.34	.12
			8	.45	.39	.35	.44	.38	.35	.42	.37	.34	.40	.36	.33	.38	.35	.32		.31	.12
			9	.41	.35	.31	.40	.34	.31	.38	.33	.30	.36	.32	.29	.35	.31	.28		.27	.12
10	.37	.31	.27	.36	.31	.27	.34	.30	.26	.33	.29	.26	.32	.28	.25	.24	.11				
 <p>Reflector acabado, pintura porcelanizada con lámpara fluorescente. reflector 14° C.W.</p>	III	1.3																			
			0	1.00	1.00	1.00	.96	.96	.96	.89	.89	.89	.82	.82	.82	.76	.76	.76		.73	.27
			1	.85	.85	.82	.85	.82	.79	.79	.77	.74	.73	.72	.70	.68	.67	.66		.63	.26
			2	.78	.72	.67	.75	.70	.66	.70	.66	.62	.65	.62	.59	.61	.58	.56		.53	.26
			3	.69	.62	.57	.66	.60	.56	.62	.57	.53	.58	.54	.51	.54	.51	.48		.46	.23
			4	.61	.54	.48	.59	.52	.47	.55	.50	.45	.52	.47	.43	.49	.45	.42		.39	.22
			5	.54	.46	.41	.52	.45	.40	.49	.43	.39	.46	.41	.37	.43	.39	.36		.33	.20
			6	.48	.41	.35	.47	.40	.35	.44	.38	.34	.41	.36	.32	.39	.34	.31		.29	.19
			7	.43	.36	.31	.42	.35	.30	.40	.34	.29	.37	.32	.28	.35	.31	.27		.25	.17
			8	.39	.32	.27	.38	.31	.26	.36	.30	.25	.34	.28	.24	.32	.27	.24		.22	.16
			9	.35	.28	.23	.34	.27	.23	.32	.26	.22	.30	.25	.21	.28	.24	.20		.19	.15
10	.32	.25	.20	.31	.24	.20	.29	.23	.19	.28	.22	.19	.26	.21	.18	.17	.14				

* ρ_{cc} = % de reflectancia efectiva de cavidad de techo.

† ρ_w = % de reflectancia de paredes.

‡ RCR = Relación de cavidad de local.

§ Máximo espaciado S/MH = Relación de espaciado máximo del luminario a altura de montaje.

Cortesía IES handbook

Tabla No. 4

Factores utilizados para reflectancias efectivas de piso diferentes al 20%

% de reflectancia Efectiva de cavidad de techo, pcc	80				70				50				30				10			
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10			
% de reflectancia de paredes, pw																				

Para 30% de reflectancia efectiva de cavidad de piso (20% = 1.00)

Relación de cavidad de local																																		
1	1.092	1.082	1.073	1.068	1.077	1.070	1.064	1.059	1.049	1.044	1.040	1.028	1.026	1.023	1.012	1.010	1.009	1.079	1.070	1.064	1.059	1.049	1.044	1.040	1.028	1.026	1.023	1.012	1.010	1.009				
2	1.079	1.066	1.055	1.047	1.068	1.057	1.048	1.039	1.041	1.033	1.027	1.026	1.021	1.017	1.013	1.010	1.006	1.070	1.054	1.042	1.033	1.061	1.048	1.037	1.028	1.034	1.027	1.020	1.024	1.017	1.012	1.014	1.009	1.005
3	1.070	1.054	1.042	1.033	1.061	1.048	1.037	1.028	1.034	1.027	1.020	1.024	1.017	1.012	1.014	1.009	1.004	1.062	1.045	1.033	1.024	1.055	1.040	1.029	1.021	1.030	1.022	1.015	1.022	1.015	1.010	1.014	1.009	1.004
4	1.062	1.045	1.033	1.024	1.055	1.040	1.029	1.021	1.030	1.022	1.015	1.022	1.015	1.010	1.014	1.009	1.004	1.056	1.038	1.026	1.018	1.050	1.034	1.024	1.015	1.027	1.018	1.012	1.020	1.013	1.006	1.014	1.009	1.004
5	1.052	1.033	1.021	1.014	1.047	1.030	1.020	1.012	1.024	1.015	1.009	1.019	1.012	1.006	1.014	1.008	1.003	1.047	1.029	1.018	1.011	1.043	1.026	1.017	1.009	1.022	1.013	1.007	1.018	1.010	1.005	1.014	1.008	1.003
6	1.047	1.029	1.018	1.011	1.043	1.026	1.017	1.009	1.022	1.013	1.007	1.018	1.010	1.005	1.014	1.008	1.003	1.044	1.026	1.015	1.009	1.040	1.024	1.015	1.007	1.020	1.012	1.006	1.017	1.009	1.004	1.013	1.007	1.003
7	1.044	1.026	1.015	1.009	1.040	1.024	1.015	1.007	1.020	1.012	1.006	1.017	1.009	1.004	1.013	1.007	1.003	1.040	1.024	1.014	1.007	1.037	1.022	1.014	1.006	1.019	1.011	1.005	1.018	1.009	1.004	1.013	1.007	1.002
8	1.037	1.022	1.012	1.006	1.034	1.020	1.012	1.005	1.017	1.010	1.004	1.015	1.009	1.003	1.013	1.007	1.002	1.037	1.022	1.012	1.006	1.034	1.020	1.012	1.005	1.017	1.010	1.004	1.015	1.009	1.003	1.013	1.007	1.002

Para 10% de reflectancia efectiva de cavidad de piso (20% = 1.00)

Relación de cavidad de local																																		
1	.923	.929	.935	.940	.933	.939	.943	.948	.956	.960	.963	.973	.976	.979	.989	.991	.993	.931	.937	.941	.946	.945	.957	.966	.973	.967	.975	.981	.978	.983	.988	.988	.992	.990
2	.931	.942	.950	.958	.940	.949	.957	.963	.962	.968	.974	.976	.980	.985	.988	.991	.995	.939	.951	.961	.969	.945	.957	.966	.973	.967	.975	.981	.978	.983	.988	.988	.992	.990
3	.939	.951	.961	.969	.945	.957	.966	.973	.967	.975	.981	.978	.983	.988	.988	.992	.990	.944	.958	.960	.978	.950	.963	.973	.980	.972	.980	.986	.980	.988	.991	.987	.992	.990
4	.944	.958	.960	.978	.950	.963	.973	.980	.972	.980	.986	.980	.988	.991	.987	.992	.990	.949	.964	.970	.983	.954	.968	.978	.985	.975	.983	.989	.981	.988	.993	.987	.992	.997
5	.949	.964	.970	.983	.954	.968	.978	.985	.975	.983	.989	.981	.988	.993	.987	.992	.997	.953	.969	.980	.988	.958	.972	.982	.989	.977	.985	.992	.982	.989	.995	.987	.993	.997
6	.953	.969	.980	.988	.958	.972	.982	.989	.977	.985	.992	.982	.989	.995	.987	.993	.997	.957	.973	.983	.991	.961	.975	.985	.991	.979	.987	.994	.983	.990	.996	.987	.993	.998
7	.957	.973	.983	.991	.961	.975	.985	.991	.979	.987	.994	.983	.990	.996	.987	.994	.998	.960	.976	.986	.993	.963	.977	.987	.993	.981	.988	.995	.984	.991	.997	.987	.994	.998
8	.960	.976	.986	.993	.963	.977	.987	.993	.981	.988	.995	.985	.992	.998	.988	.994	.999	.963	.978	.987	.994	.965	.979	.989	.994	.983	.990	.996	.985	.992	.998	.988	.994	.999
9	.963	.978	.987	.994	.965	.979	.989	.994	.983	.990	.996	.985	.992	.998	.988	.994	.999	.965	.980	.989	.993	.967	.981	.990	.995	.984	.991	.997	.986	.993	.998	.988	.994	.999
10	.965	.980	.989	.993	.967	.981	.990	.995	.984	.991	.997	.986	.993	.998	.988	.994	.999																	

Para 0% de reflectancia efectiva de cavidad de piso (20% = 1.00)

Relación de cavidad de local																																		
1	.859	.870	.879	.886	.873	.884	.893	.901	.918	.923	.929	.948	.954	.960	.979	.983	.987	.859	.870	.879	.886	.873	.884	.893	.901	.918	.923	.929	.948	.954	.960	.979	.983	.987
2	.871	.887	.903	.919	.886	.902	.918	.928	.926	.938	.949	.954	.963	.971	.978	.983	.991	.871	.887	.903	.919	.886	.902	.918	.928	.926	.938	.949	.954	.963	.971	.978	.983	.991
3	.882	.904	.915	.942	.898	.918	.934	.947	.936	.950	.964	.958	.969	.979	.978	.984	.993	.882	.904	.915	.942	.898	.918	.934	.947	.936	.950	.964	.958	.969	.979	.978	.984	.993
4	.893	.919	.941	.958	.908	.930	.948	.961	.945	.961	.974	.961	.974	.984	.975	.985	.994	.893	.919	.941	.958	.908	.930	.948	.961	.945	.961	.974	.961	.974	.984	.975	.985	.994
5	.903	.931	.953	.969	.914	.939	.958	.970	.951	.967	.980	.964	.977	.988	.975	.985	.995	.903	.931	.953	.969	.914	.939	.958	.970	.951	.967	.980	.964	.977	.988	.975	.985	.995
6	.911	.940	.961	.976	.920	.945	.965	.977	.955	.972	.985	.968	.979	.991	.975	.986	.996	.911	.940	.961	.976	.920	.945	.965	.977	.955	.972	.985	.968	.979	.991	.975	.986	.996
7	.917	.947	.967	.981	.924	.950	.970	.982	.959	.975	.988	.968	.981	.993	.975	.987	.997	.917	.947	.967	.981	.924	.950	.970	.982	.959	.975	.988	.968	.981	.993	.975	.987	.997
8	.922	.953	.971	.985	.929	.955	.975	.986	.963	.978	.991	.970	.983	.995	.976	.988	.998	.922	.953	.971	.985	.929	.955	.975	.986	.963	.978	.991	.970	.983	.995	.976	.988	.998
9	.928	.958	.975	.988	.933	.959	.980	.989	.966	.980	.993	.971	.985	.996	.976	.988	.998	.928	.958	.975	.988	.933	.959	.980	.989	.966	.980	.993	.971	.985	.996	.976	.988	.998
10	.933	.962	.979	.991	.937	.963	.983	.992	.969	.982	.995	.973	.987	.997	.977	.989	.999																	



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: "INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS"

**EN COLABORACION CON EL INSTITUTO DE INGENIERIA
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA.**

**TEMA: ACUERDO SOBRE TERMINACION DE OBRAS Y PROYECTOS
PUBLICADOS EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION.**

**ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS
29-30 octubre 1982.**

INSTITUTOS TECNOLÓGICOS REGIONALES.

UNIVERSIDADES PRIVADAS.

8

UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE PROVINCIA.

OTRAS INSTITUCIONES, UNIVERSIDADES, COLEGIOS DE ENSEÑANZA SUPERIOR, SIEMPRE QUE EXISTA CONSTANCIA ESCRITA EXPLÍCITA DE HABER CURSADO A NIVEL DE LICENCIATURA LOS TEMAS DE:

— SUBESTACIONES.

— LINEAS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN.

— INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE FUERZA Y ALUMBRADO.

FACULTADES PARA PROYECTAR, CONSTRUIR Y OPERAR INSTALACIONES CON CAPACIDAD TOTAL NO MAYOR DE 1000 KVA, SIN QUE EXISTAN - EQUIPOS INDIVIDUALES MAYORES DE 100 KVA;

FORMAN ESTE GRUPO

- TODOS LOS PASANTES DE LAS CARRERAS E - INSTITUCIONES MENCIONADAS PARA EL GRUPO -, SIEMPRE QUE EXISTA CONSTANCIA ESCRITA EXPLICITA DE HABER CURSADO LAS MATERIAS CITADAS A NIVEL LICENCIATURA:

- EGRESADOS TITULADOS DE LA ESCUELA WILFRIDO MASSIEU, QUE HAYAN TERMINADO UN -- AÑO DE ESPECIALIZACION ADICIONAL EN -- INSTALACIONES ELECTRICAS.

FORMAN ESTE GRUPO EGRESADOS DE:

- _ CELYT
- _ CENETI
- _ INSTITUTOS TECNOLÓGICOS REGIONALES (NIVEL TÉCNICO).
- _ ESCUELA MEXICANA DE ELECTRICIDAD
- _ OTRAS ESCUELAS O INSTITUCIONES PÚBLICAS O PRIVADAS

SIEMPRE QUE EXISTA CONSTANCIA ESCRITA EXPLÍCITA DE HABER CURSADO A NIVEL TÉCNICO LOS TEMAS DE:

- _ SUBESTACIONES.
- _ LINEAS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN.
- _ INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE FUERZA Y ALUMBRADO.

11
_ QUIENES SOLICITEN, SUSTENTEN Y APRUE-
TEN A CRITERIO DE SEPAFIN UN EXAMEN DE
COMPETENCIA EN DICHA SECRETARIA.

GRUPO III _

"OBREROS CALIFI-
CADOS".

FACULTADES PARA PROYECTAR INSTALACIO-
NES CON CAPACIDAD TOTAL NO MAYOR DE 1000
KVA, SIN QUE EXISTAN EQUIPOS INDIVIDUALES
MAYORES DE 100 KVA.

FACULTADES PARA CONSTRUIR Y OPERAR --
INSTALACIONES CON CAPACIDAD TOTAL NO
MAYOR DE 100 KVA, SIN QUE EXISTAN -
GRUAS, MONTACARGAS NI ELEVADORES EN
DICHAS INSTALACIONES; SIN LIMITA ---
CION DE TENSION.

TAMBIEN:

QUIENES SOLICITEN, SUSTENTEN Y --
APRUEBEN A CRITERIO DE SEPAFIN UN --
EXAMEN DE COMPETENCIA EN DICHA SECRE-
TARIA.

PARA SER RESPONSABLES DE PROYECTOS U
OBRAS DE INSTALACIONES ELECTRICAS ES
NECESARIO REGISTRARSE EN CUALQUIER
GRUPO DE LOS CITADOS. EN:

DEPTO. DE REGISTRO DE RESPONSABLES
SUBDIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD
DGE - SEPAFIN

RIO RHEN 56 - 3er Piso
COL. CHAUHTEMOL, MEXICO 5. D.F.
TEL.

ATENCION DE: ING. MARIO CERRILLO

EL REGISTRO DEBE REFRENDARSE CADA
2 AÑOS SIN NECESIDAD DE PAGAR
DERECHOS.

PARA PRESENTAR EXAMEN DE COMPETENCIA EL PROCE-
DIMIENTO ES:

13

- SOLICITADO AL DEPTO. CITADO O A LA DELEGA-
CION ESTATAL O REGIONAL DE SEPAFIN SE PRO-
PORCIONA TEMARIO.

- SEÑALAR DE COMUN ACUERDO LA FECHA DEL -
EXAMEN.

- REALIZAR EL EXAMEN. ES NECESARIO LA PRESEN-
CIA DE UN REPRESENTANTE DE C.F.E. PUEDE ES-
TAR PRESENTE UN REPRESENTANTE DEL SINDI-
CATO O GREMIO AL QUE PERTENEZCA EL -
SUSTENTANTE.

- SI EL EXAMEN ES APROBADO, SE CONCEDE
EL REGISTRO SOLICITADO.

SI EL EXAMEN NO ES APROBADO PUEDE
PRESENTARSE POR SEGUNDA VEZ SIEMPRE
DO LOS PASOS ANTERIORES, SIEMPRE Y --
CUANDO EXISTAN 6 MESES CUANDO MENOS
ENTRE UN EXAMEN Y EL SIGUIENTE.

PROCEDIMIENTOS DE VIGILANCIA Y CONTROL DE RESPONSABLES

14

— SE FORMA UN EXPEDIENTE POR RESPONSABLE DE LAS OBRAS EN LAS QUE INTERVIENE.

FUENTE → CFE

— SE COMPLEMENTA EL EXPEDIENTE CITADO, -- CON COPIA DEL DICTAMEN DEL PROYECTO, -- CUANDO ESTE ES PRESENTADO O SOLICITADO.

FUENTE → DEPTO. DE PROYECTOS
SEPAFIN

— SE ELABORA ESTADISTICA ANUAL DEL RESPONSABLE CONTENIENDO:

- NUMERO DE OBRAS Y PROYECTOS.
- DICTAMENES APROBATORIOS, APROBATORIOS CON OBSERVACIONES Y NO APROBATORIOS.
- CASOS DE REINCIDENCIAS EN FALTAS U -- OMISIONES.
- OTROS DATOS QUE SE JUZGUEN PERTINENTES.

PUEDE QUEDAR SUJETO A SANCIONES ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS:

- _ HACER CASO OMISO DE LOS REQUERIMIENTOS DE SEPAFIN.
- _ FUNGIR COMO RESPONSABLES DE PROYECTOS U OBRAS SIN CONTAR CON REGISTRO EN -- SEPAFIN O TENERLO VENCIDO.
- _ EXEDER LOS LIMITES DE LAS CATEGORIAS DE RESPONSABLES.
- _ CONSTRUIR Y PROYECTAR INSTALACIONES CUYAS CARACTERISTICAS NO CUMPLAN CON LOS REQUISITOS DE SEGURIDAD ESTABLECIDOS POR LAS NTIE.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: "INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS"

**EN COLABORACION CON EL INSTITUTO DE INGENIERIA
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA.**

TEMA: PLANTAS GENERADORAS.

**ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS.
29-30 octubre 1982.**

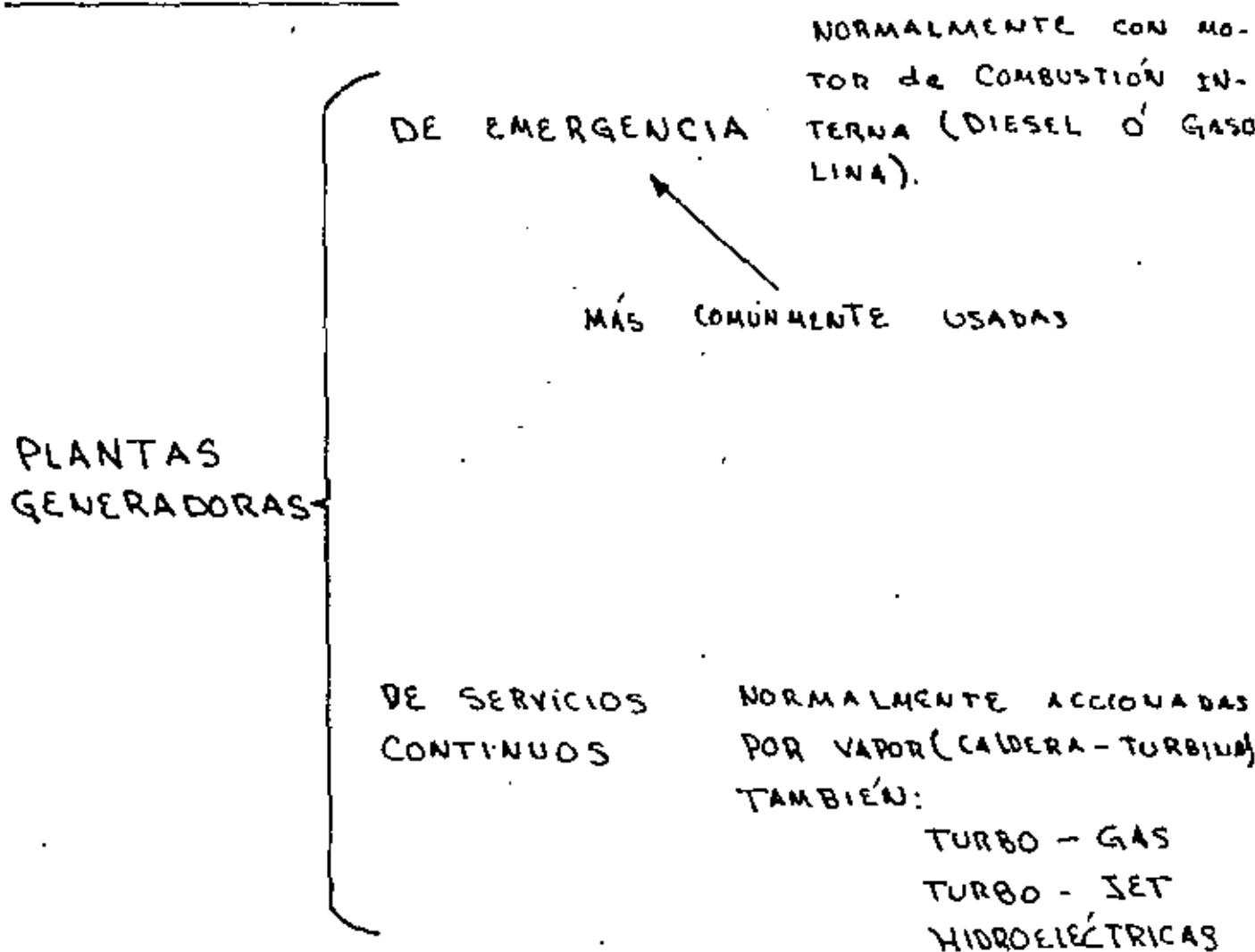
PLANTAS GENERADORAS

1

(DE USUARIOS).

OBJETIVO.- PROPORCIONAR ENERGÍA ELÉCTRICA A UNA INSTALACIÓN COMO ALTERNATIVA AL SUMINISTRO DE C.F.E.

CLASIFICACIÓN



¿DÓNDE SE REQUIERE UNA PLANTA DE EMERGENCIA?

HOSPITALES Y CLÍNICAS (QUIRÓFANOS, SALAS DE TERAPIA INTENSIVA, CARDIOLOGÍA, INCUBADORAS, ETC.).

CINES, TEATROS Y OTROS LOCALES DE REUNIÓN PÚBLICA.

INDUSTRIAS QUÍMICAS Y PETROQUÍMICAS (PROCESOS DE MEZCLADO, REACCIONES, ETC.).

INDUSTRIA SIDERÚRGICA Y SIMILARES (BOMBAS DE ENFRIAMIENTO, PROCESOS DE TEMPLADO, ETC.).

OTRAS INDUSTRIAS Y LOCALES DONDE RESULTE PELIGROSO U ONEROSO LA SUSPENSIÓN DE LA ENERGÍA.

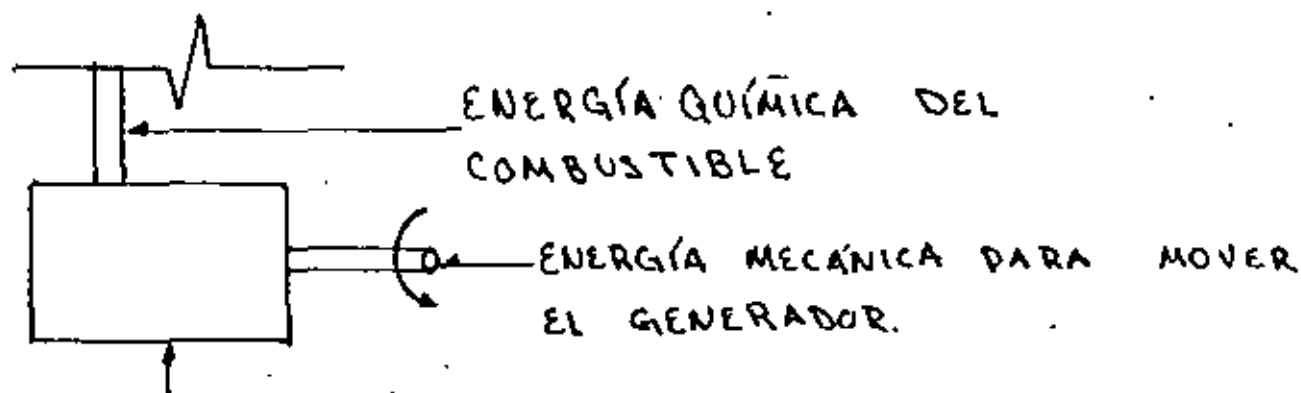
COMPONENTES DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA

PRIMO-MOTOR ; PUEDE SER:

UN MOTOR DIESEL

UN MOTOR DE GASOLINA

FUNCIÓN: PRODUCIR MEDIANTE LA QUEMA DE COMBUSTIBLE, ENERGÍA MECÁNICA.



MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

VENTAJAS DE LOS MOTORES

DIESEL

- COMBUSTIBLE MÁS BARATO.
- COMBUSTIÓN MÁS SIMPLE.
- GRAN CAPACIDAD.

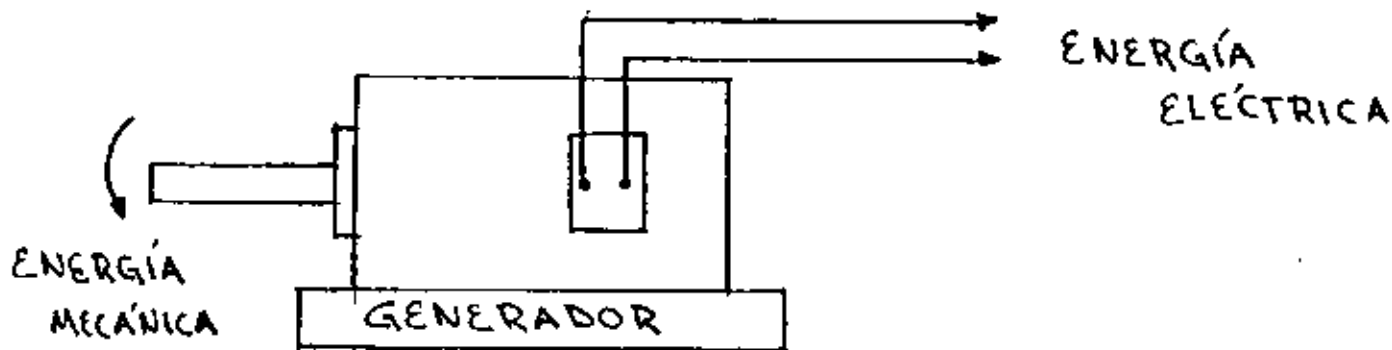
GASOLINA

- MÁS LIGERO.
- ARRANQUE MÁS RÁPIDO.
- MANTENIMIENTO SIMPLE.
- MENOR CONTAMINACIÓN.
- MENOR RUIDO.

GENERADOR.

4

FUNCIÓN: CONVERTIR ENERGÍA MECÁNICA DE ROTACIÓN EN ENERGÍA ELÉCTRICA.



PUEDEN SER:

- DE C.A. O DE C.D.
- DE 50, 60 Ó 400 HERTZ
- DE 2, 4, 6 U 8 POLOS
- AUTOEXCITADOS O CON EXCITACIÓN INDEPENDIENTE.
- CON O SIN ESCOBILLAS.
- ACOPLAMIENTO CON EL PRIMO-MOTOR

{	DIRECTO
	BANDA
	ENGRANES

TABLERO DE CONTROL

5

FUNCIÓN: CONTROLAR LA OPERACIÓN DEL PRIMO-MOTOR Y DEL GENERADOR.

INCLUYE NORMALMENTE:

CONTROL DEL MOTOR:

- ARRANQUE - PARO (AUTOMÁTICO O MANUAL).
- TEMPERATURA.
- NIVEL O PRESIÓN DEL ACEITE.
- NIVEL DEL COMBUSTIBLE.

CONTROL DEL GENERADOR

- VÓLTMETRO, AMPÉRMETRO, WÁTTMETRO, WATTHORÍMETRO.
- VÓLTMETRO, AMPÉRMETRO DE LA EXCITATRIZ.
- PROTECCIÓN VS SOBRECARGA.

NORMALMENTE ESTÁ MONTADO EN LA MISMA PLANTA.

INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA

PUEDE SER :

6

- MANUAL
- AUTOMATICO

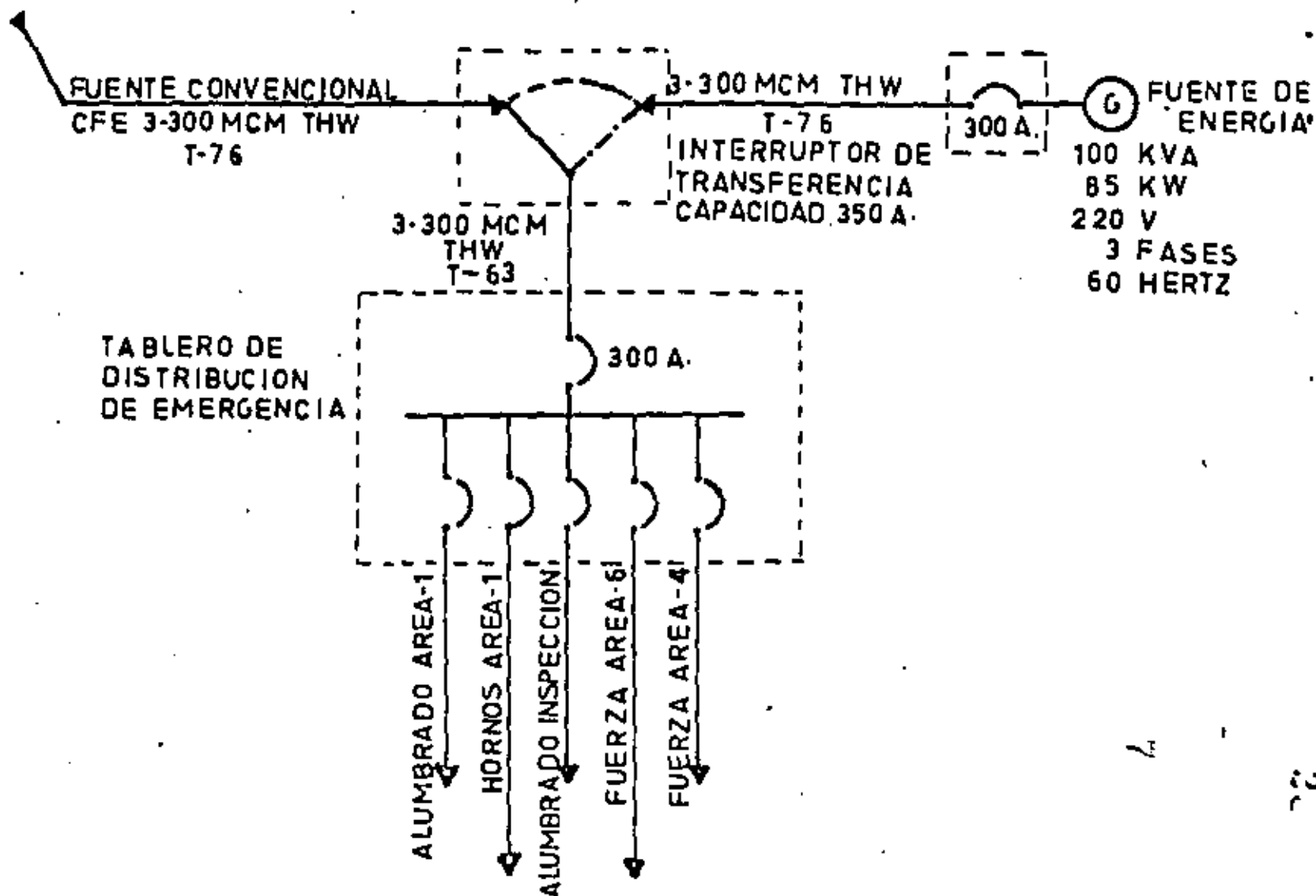
SUS FUNCIONES SON :

- TRANSFERIR EL SUMINISTRO DEL -
SERVICIO NORMAL AL DE EMERGENCIA
- EVITAR CONECTAR SIMULTANEAMENTE
LA PLANTA CON EL SUMINISTRO NORMAL.

DEBE SELECCIONARSE DE ACUERDO CON :

- LA NECESIDAD DE CONTINUIDAD DE
LA INSTALACION (MANUAL O AUTO-
Matico)
- LA CAPACIDAD DE LA PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR TIPICO DE UN SISTEMA DE ALIMENTACION DE EMERGENCIA



OTROS COMPONENTES AUXILIARES DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA.

CIMENTACIÓN.-

- FUERTE PARA SOPORTAR EL PESO DE LA PLANTA.
- FLEXIBLE PARA EVITAR VIBRACIONES EXCESIVAS.

TANQUES DE COMBUSTIBLE.

- DIARIO.- PARA OPERAR LA PLANTA 2 O 3 HORAS. SE INSTALA CERCA DE LA PLANTA.
- DEPÓSITO.- PARA OPERAR LA PLANTA DURANTE VARIOS MESES. SE INSTALA FUERA DEL LOCAL DE LA PLANTA O ENTERRADO.

DRENAJE.

- PARA EVACUAR DERRAMES DE ACEITE.
- PARA PREVENIR INUNDACIONES.

SISTEMA DE ESCAPE Y VENTILACIÓN.

- FACILITA LA OPERACIÓN DEL MOTOR (COMBUSTIÓN)
- DESALOJA LOS GASES DE LA COMBUSTIÓN.
- PREVIENE LA PRESENCIA DE MEZCLAS TÓXICAS.
- EVITA LA SUCIONADA

SISTEMAS DE TIERRAS, FORMADOS POR

- CONEXIÓN DEL PUNTO NEUTRO A LA CARCAZA DEL GENERADOR.
- CONEXIÓN DE LA CARCAZA DEL GENERADOR AL ELECTRODO DE TIERRAS.
- ELECTRODOS DE TIERRAS, SE USA NORMALMENTE 1 Ó 2 VARILLAS COPPER-WELD $L=3.05$ METROS; $\Phi = 15.9$ mm.

PERMITE:

- LIBERAR LAS FALLAS A TIERRA
- PROTEGER AL PERSONAL.
- LIMITAR EL VOLTAGE GENERADO.

EXTINGUIDORES

- PERMITE COMBATIR CONATOS DE INCENDIO

ALUMBRADO.

- FACILITA EL MANTENIMIENTO y LA OPERACIÓN.

SILENCIADOR.

- DISMINUYE EL RUIDO PRODUCIDO POR LA PLANTA

ACCESORIOS SUPLEMENTARIOS DE LAS PLANTAS DE EMERGENCIA

- INTERCAMBIADOR DE CALOR O TORRES DE ENFRIAMIENTO
- SILENCIADOR 10
- TUBO FLEXIBLE PARA ABSORBER VIBRACIONES ENTRE MAQUINA Y SILENCIADOR
- PROTECCION CONTRA LUVIA DEL ESCAPE
- VALVULAS DE PASO, DESFOGUE Y FLOTADOR PARA EL COMBUSTIBLE
- BOMBA DE TRASCIEGO
- RELOJ PROGRAMADOR PARA EJERCITACION SEMANAL
- TURBOCARGADOR DE LA MAQUINA
- PRECALENTADOR DE AIRE
- CONTROL AUTOMATICO DE ARRANQUE O PARO
- CONTADOR DE HORAS
- RELE TEMPORIZADOR PARA DIFERIR ARRANQUE O PARO.

SELECCION DE LA CAPACIDAD DE UNA PLANTA GENERADORA DE EMERGENCIA

DEBE TOMARSE EN CUENTA :

- 1.- LA CANTIDAD DE CARGA QUE SE REQUIERE REALMENTE ALIMENTARSE EN EMERGENCIA.
- 2.- LA POSIBILIDAD DE QUE ARRANQUEN MOTORES GRANDES.
- 3.- LA ALTURA DEL LUGAR. APROXIMADAMENTE 1% MENOS DE SU CAPACIDAD POR CADA 100 M. S. N. M.
- 4.- LA TEMPERATURA DEL LUGAR. APROXIMADAMENTE 1% POR CADA 6 °C DESPUÉS DE 15 °C

EJEMPLO :

SELECCIONAR UNA PLANTA GENERADORA SI LA CARGA DE EMERGENCIA ES :

2 BOMBAS ENFRIADORAS DE 15 C.P. c/u
4 VENTILADORES DE 5 C.P. c/u
12 KW DE CARGA DE ALUMBRADO FLUORESCENTE
ALTURA DE INSTALACION 1500 m.s.n.m.
TEMP. AMB. 30°C

3Ø
220 V.

1^{ER} PASO

SE OBTIENEN LAS CORRIENTES QUE DEMANDA LA CARGA.

- MOTORES DE 15 C.P. , F.P. = 0.85 , $\eta = 0.9$

$$I_N = \frac{15 \times 0.746}{\sqrt{3} \times 0.85 \times 0.9 \times 0.22} = 38.4 \text{ AMP.}$$

- MOTORES DE 5 C.P.

$$I_N = 12.8 \text{ AMP.}$$

- CARGA DE ALUMBRADO F.P. = 0.9

$$I_N = \frac{12}{\sqrt{3} \times 0.22 \times 0.9} = 35 \text{ AMP.}$$

2º PASO.

13

SE ESTIMA LA CORRIENTE TOTAL, CONSIDERANDO UNA RESERVA DEL 50% DE LA IN DEL MOTOR MAYOR, PARA SU ARRANQUE.

CORRIENTE TOTAL :

MOTOR MAYOR: 38.4 Amps. + 50% = 57.6 AMPS.
DEMA'S MOTORES: OTRA BOMBA = 38.4 AMPS.
VENTILADORES 4x12.8 = 51.2 AMPS.

CARGA DE ALUMBRADO = 35.0 AMPS.

TOTAL → 182.2 AMPS

3º PASO

SE CALCULA LA CAPACIDAD TEÓRICA DE LA PLANTA:

$$C_T = I_T \sqrt{3} V = 182.2 \times \sqrt{3} \times 0.22 = \underline{69.43 \text{ KVA}}$$

4º PASO

SE ESTIMA LA PÉRDIDA DE CAPACIDAD POR: ALTURA (1% POR C/100 M. S. N. M.).

$$\text{ALTURA } 1500 \text{ M.S.N.M.} / 100 = 15\% \text{ PÉRDIDAS}$$

$$\text{POTENCIA} = \left[1 - \frac{15}{100} \right] = 0.85 = F_{pa}$$

5º PASO

SE ESTIMA LA PERDIDA DE CAPACIDAD POR TEMPERATURA (1% POR C/6°C DESPUÉS DE 15°C).

TEMPERATURA AMBIENTE = 30°C - 15°C = 15°C/6°C
 PÉRDIDA: 2.5 %

$$\text{POTENCIA} = \left[1 - \frac{2.5}{100} \right] = 0.975 = F_{PT}$$

6º PASO

SE CALCULA LA CAPACIDAD REAL DEL GENERADOR.

$$C_R = \frac{C_T}{F_{Pa} \times F_{PT}} = \frac{69.43}{0.85 \times 0.975} = \underline{83.78 \text{ KVA}}$$

F_{Pa} : FACTOR DE PÉRDIDAS POR ALTURA.

F_{PT} : FACTOR DE PÉRDIDAS POR TEMPERATURA.

7º PASO

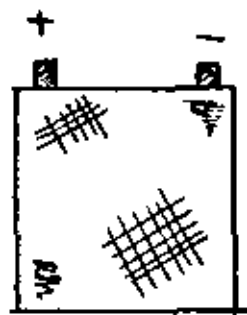
SE SELECCIONA LA CAPACIDAD COMERCIAL INMEDIATA SIGUIENTE.

CAPACIDAD COMERCIAL: 100 KVA O 125 KVA

MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA INSTALACIONES DE EMERGENCIA.

FUENTES DE ALIMENTACION :

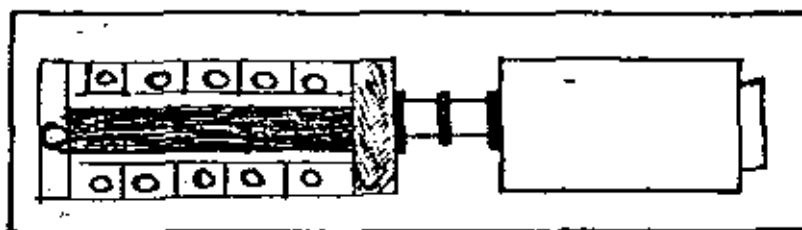
- BATERIAS DE ACUMULADORES.



- CON CAPACIDAD SUFICIENTE PARA ABASTECER A NO MENOS DEL 90% DE LA TENSION NOMINAL, POR UN TIEMPO NO MENOR DE 30 MINUTOS.

- LOS ACUMULADORES PARA AUTOS NO SON ADECUADOS PARA ESTE USO

- PLANTAS GENERADORAS.



- CON CAPACIDAD DE ABASTECIMIENTO, SUFICIENTE PARA LOS CTOS. DE EMERGENCIA.

EL USO DE LAS PLANTAS DE EMERGENCIA
 RESULTA OBLIGATORIO EN :

a) HOSPITALES Y CLINICAS.

- QUIROFANO.
- SALAS DE TERAPIA INTENSIVA.
- CARDIOLOGIA.
- INCUBADORAS.

b) LOCALES DE REUNION PUBLICA.

- TEATROS.
- CINES.
- AUDITORIOS.
- ESTADIOS.

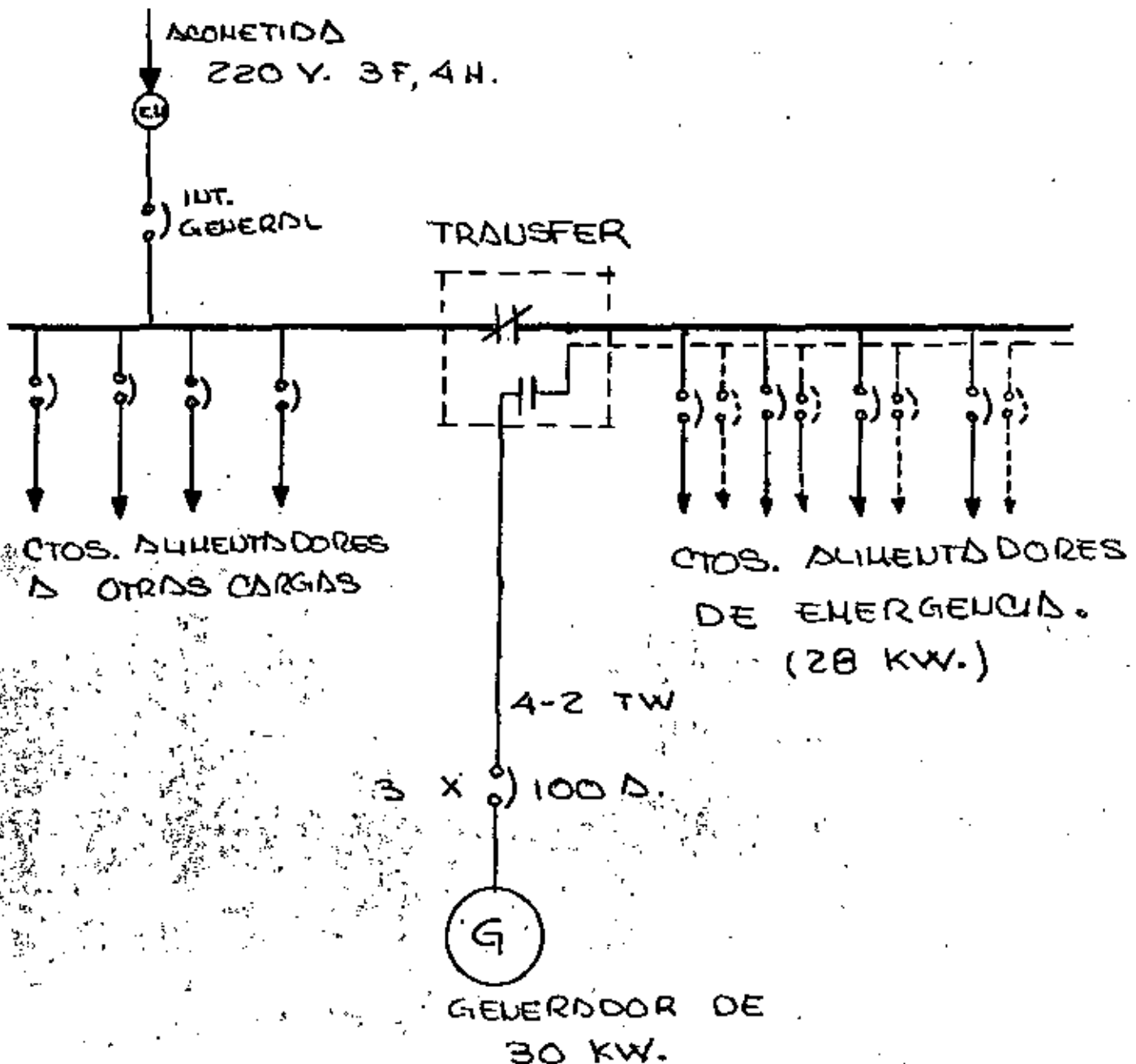
c) LUGARES DONDE LAS AUTORIDADES
 COMPETENTES LO INDICAN, CON
 EL OBJETO DE RESGUARDAR LA VI-
 DA DE LAS PERSONAS.

EN ESTA SITUACION DE USO DE LAS PLANTAS
 GENERADORAS ES NECESARIO :

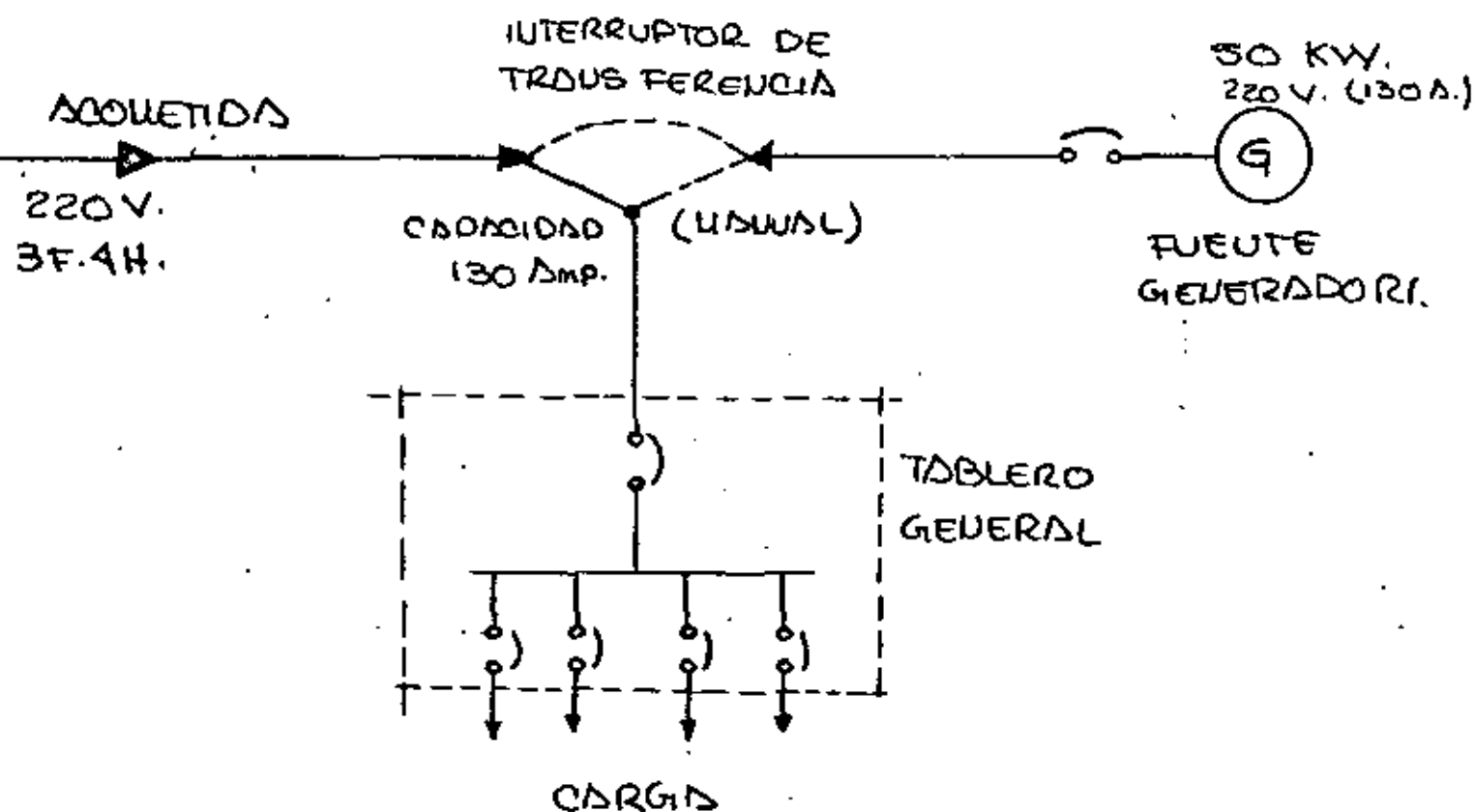
- QUE LAS CARGAS DE EMERGENCIA
 SEAN ALIMENTADAS POR CIRCUITOS
 DERIVADOS EXCLUSIVOS.
- Y LOS CTOS. DERIVADOS SERAN
 ALOJADOS EN CAUALIZACIONES
 INDEPENDIENTES.

- ADEMAS DE QUE EL INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA, SEA DEL TIPO AUTOMATICO. DE TAL FORMA QUE EN CASO DE FALLA DEL SERVICIO NORMAL, EL GENERADOR EMPIECE A OPERAR EN UN INTERVALO DE TIEMPO NO MAYOR DE 10 SEGUNDOS.

EJEMPLOS:



EN ESTA SITUACION; DONDE NO SE REQUIERE EL USO DE INSTALACIONES DE EMERGENCIA OBLIGATORIAS PARA DETERMINADAS AREAS, NO ES NECESARIO UTILIZAR CONDUCTORES Y CALIBRACIONES INDEPENDIENTES.

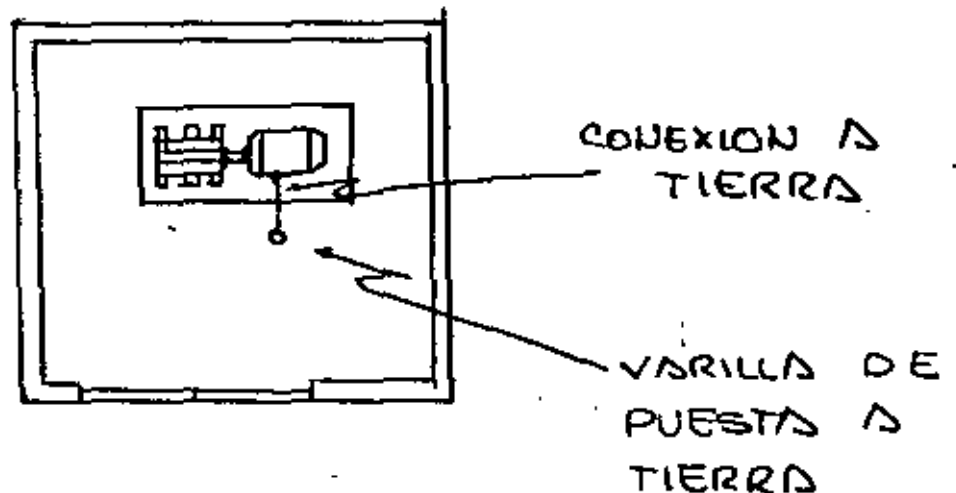


- LA PLANTA GENERADORA ABASTECERA LAS CARGAS CONFORME A NECESIDADES DEL USUARIO.
- NO NECESARIAMENTE LA FUENTE GENERADORA DEBE SER CAPAZ DE ABASTECER TODA LA CARGA DE LA INSTALACION ELECTRICA.

LOCALIZACION:

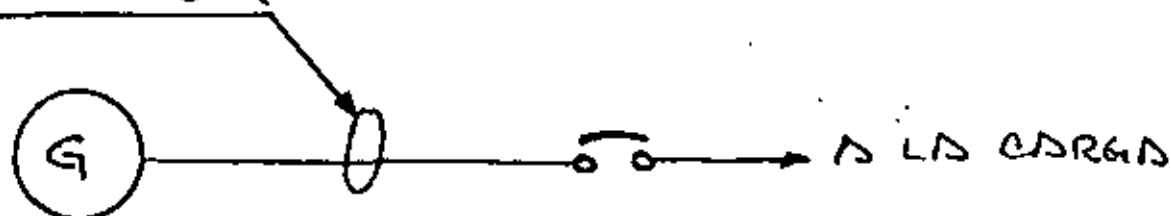
LAS PLANTAS GENERADORAS DEBEN UBICARSE EN UN LOCAL ESPECIALMENTE PARA ELLAS.

EL LOCAL DEBE CONTAR CON VENTILACION SUFICIENTE.



- LA CARCASA DEL GENERADOR Y CUBIERTAS DEL EQUIPO DE PROTECCION Y CONTROL, DEBEN CONECTARSE A TIERRA.
- EL NEUTRO DEL SISTEMA QUE SE ORIGINA EN EL GENERADOR DEBE ESTAR CONECTADO A TIERRA, ANTES DEL MEDIO DE DESCONEXION PRINCIPAL O LO MAS CERCA POSIBLE DE LA FUENTE GENERADORA.

- LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE ²⁰ LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO ALIMENTADOR COMPRENDIDO ENTRE LAS TERMINALES DEL GENERADOR Y SU PROTECCION GENERAL, NO DEBE SER MENOR QUE EL 115 % DE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE NOMINAL DEL GENERADOR



30 kW (220V.)

$I_n = 79 \text{ Amp.}$

SELECCION DEL CONDUCTOR :

$$79 \text{ Amp.} \times 1.15 = 91 \text{ Amp.}$$

CONDUCTOR UTILIZADO : Cal. no. 2 AWG
 Aislamiento TW
 (95 Amp.)



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: "INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS"

**EN COLABORACION CON EL INSTITUTO DE INGENIERIA
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA.**

TEMA: NUEVA REGLAMENTACION.

**ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS
29-30 octubre 1982.**

NUEVA REGLAMENTACION.

DEROGA EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS (FUE PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION, EL 31 DE MARZO DE 1950).

REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS. -

PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 23 DE JUNIO DE 1981, ENTRA EN VIGOR EL 23 DE JUNIO DE 1981.

DA ORIGEN A ;

NORMAS TECNICAS PARA INS-
TALACIONES ELECTRICAS.

PUNTOS PRINCIPALES NUEVAS NORMAS

CIRCUITOS DERIVADOS

2

202.3 SE CLASIFICAN EN CIRCUITOS DE 15, 20, 30, 40 Y 50 AMP.

202.7 CALIBRE MINIMO A EMPLEAR # 14 AWG (C) (CARGAS DEFINIDAS); CALIBRE # 12 AWG (C), (CARGAS INDEFINIDAS INCLUYE CIRCUITO DE CONTACTOS).

202.8 CARGAS MAXIMAS DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS

SERVICIOS NO CONTINUOS \leq CAPACIDAD DEL CIRCUITO
(15, 20, 30, 40 ó 50 AMP.)

SERVICIOS CONTINUOS \leq 80% CAPACIDAD DEL CIRCUITO

CALCULO DE LA CARGA

204.2 PARA LOS CIRCUITOS DERIVADOS LA CARGA DE ALUMBRADO DEBE CONSIDERARSE AL 100% DE LA CARGA CONECTADA

EN CASAS HABITACION Y HOTELES

SALIDAS DE ALUMBRADO = 125 W.

SALIDAS DE APARATOS (CONTACTOS) = 180 W

CUANDO NO SE CONOZCA CON PRECISION LA CARGA PUEDE EMPLEARSE LA TABLA

204.2 a.2 (WATTS / m²)

204.7 Y 204.8 FACTORES DE DEMANDA

PARA LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES PUEDEN UTILIZARSE LOS FACTORES DE DEMANDA INDICADOS EN LA TABLA

204.8 a

PUNTOS PRINCIPALES NUEVAS NORMAS

CIRCUITOS DERIVADOS

4

202.3 SE CLASIFICAN EN CIRCUITOS DE 15, 20, 30, 40 Y 50 AMP.

202.7 CALIBRE MINIMO A EMPLEAR # 14 AWG (L_v)
(CARGAS DEFINIDAS); CALIBRE # 12 AWG (L_v),
(CARGAS INDEFINIDAS INCLUYE CIRCUITO DE CONTACTOS).

202.8 CARGAS MAXIMAS DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS

SERVICIOS NO CONTINUOS \leq CAPACIDAD DEL CIRCUITO
(15, 20, 30, 40 ó 50 AMP.)

SERVICIOS CONTINUOS \leq 80% CAPACIDAD DEL CIRCUITO

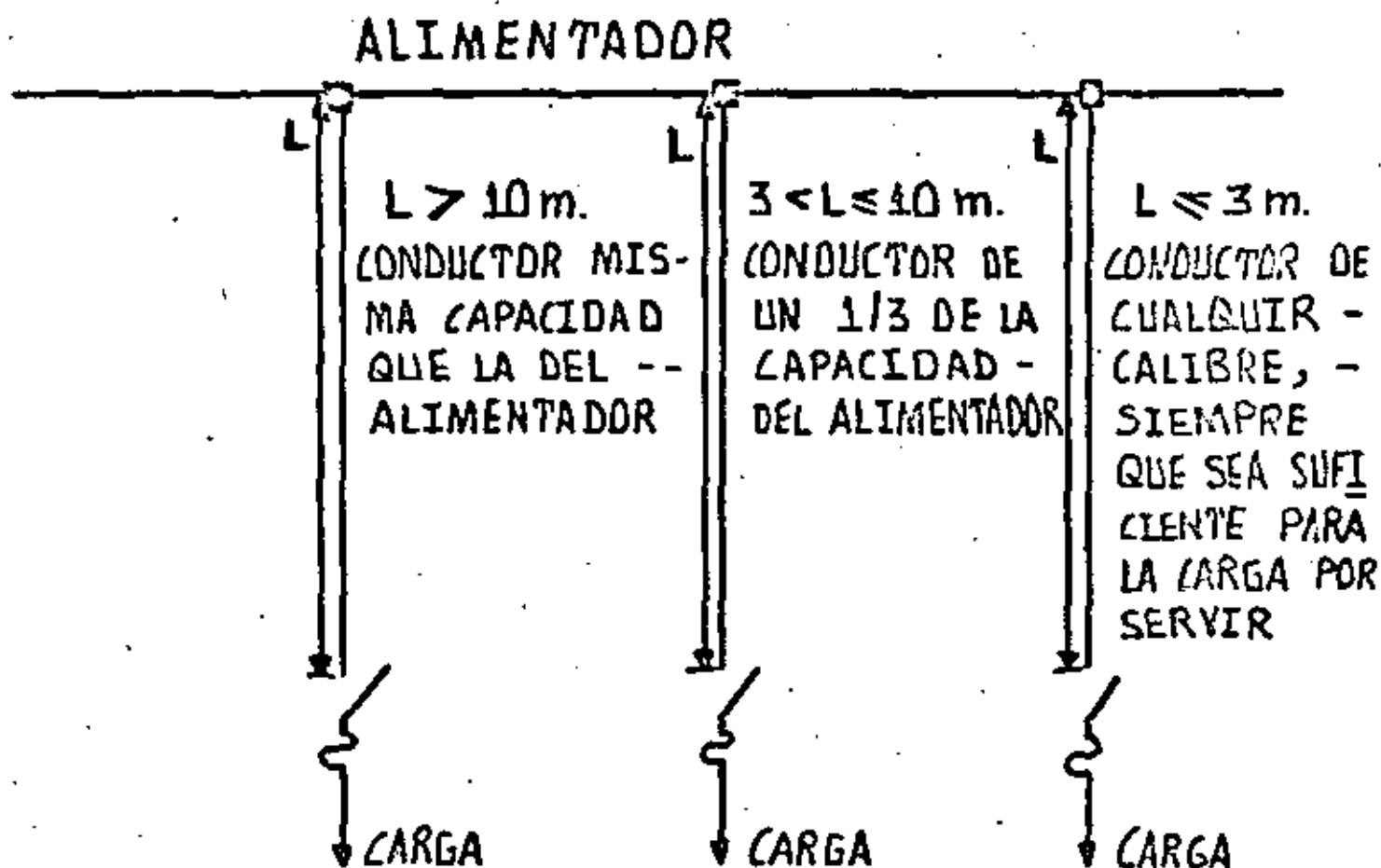
CIRCUITO ALIMENTADOR

5

203.2 CAPACIDAD DEL ALIMENTADOR: NO MENOR A LA CARGA POR SERVIR; FUERZA + ALUMBRADO + CONTACTOS + OTROS APARATOS O EQUIPOS + MAS AUMENTO FUTURO PREVISTO

CALIBRE NO MENOR DEL 10 AWG

203.7 DERIVACIONES DE UN ALIMENTADOR



LAS DERIVACIONES DEBEN TERMINAR SIEMPRE EN UN DISPOSITIVO DE PROTECCION

PUNTOS PRINCIPALES NUEVAS NORMAS
NUEVA REGlamentACION.
CIRCUITOS DERIVADOS

- 202.3 SE CLASIFICAN LOS CIRCUITOS DE 15, 20, 30, 40 Y 50 AMP.
202.7 CALIBRE MÍNIMO Y ENTREGA DE ENERGÍA ELÉCTrica -
CARGAS DE INTENSIDAD CALIBRE DE 15 AMP (15A),
CARGAS DE INTENSIDAD INCLUYENDO CIRCUITO DE CONTACTOS.
202.8 CARGAS MÁXIMAS DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS
SERVICIOS NO CONTINUOS \leq CAPACIDAD DEL CIRCUITO
(15, 20, 30, 40 ó 50 AMP.)

REGlamento DE INSTALACIONES
ELECTRICAS CONTINUOS \leq 80% CAPACIDAD DEL CIRCUITO

PUBLICADO EN EL DIARIO
OFICIAL DE LA FEDERACION EL
23 DE JUNIO DE 1981, ENTRA
EN VIGOR EL 23 DE JUNIO DE
1981.

DA ORIGEN A ;

NORMAS TECNICAS PARA INS-
TALACIONES ELECTRICAS.

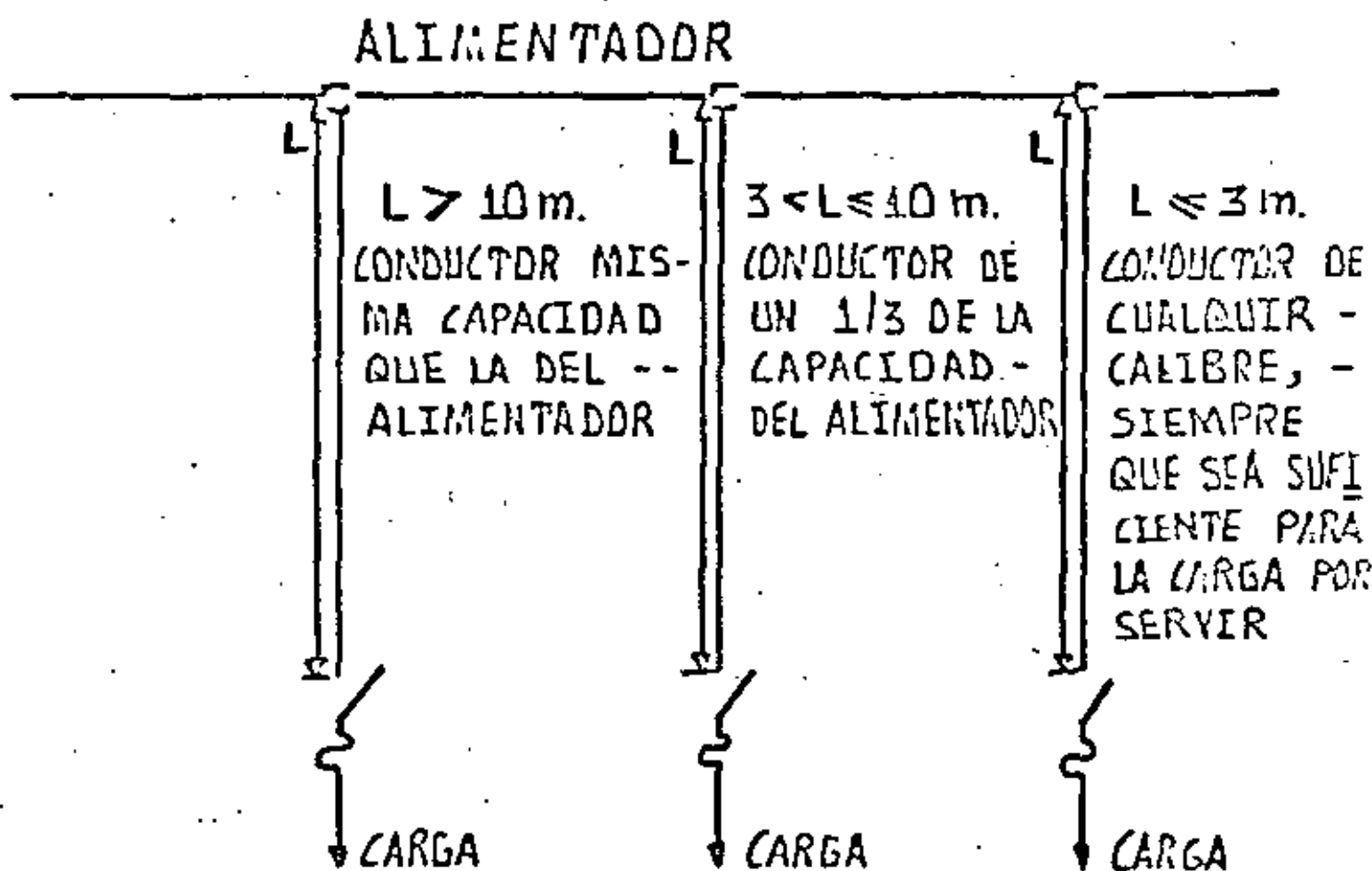
CIRCUITO ALIMENTADOR

7

203.2 CAPACIDAD DEL ALIMENTADOR: NO MENOR A LA CARGA POR SERVIR; FUERZA + ALUMBRADO + CONTACTOS + OTROS APARATOS O EQUIPOS + MAS AUMENTO FUTURO PREVISTO

CALIBRE NO MENOR DEL 10 AWG

203.7 DERIVACIONES DE UN ALIMENTADOR



LAS DERIVACIONES DEBEN TERMINAR SIEMPRE EN UN DISPOSITIVO DE PROTECCION

PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE

8

205.4 LA PROTECCION DEBE ESTAR DE ACUERDO CON LA CAPACIDAD DE CONDUCCION PERMISIBLE EN LOS CONDUCTORES

$$V_{\text{PROT}} \leq 1.25 \text{ CAP. COND. DE LOS CONDUCTORES}$$

↑
TOLERANCIA MAXIMA

205.7 Y 205.8 DEBEN PROTEGERSE TODOS LOS CONDUCTORES ACTIVOS

NO DEBEN PROTEGERSE LOS CONDUCTORES NEUTROS Y LOS DE PUESTA A TIERRA.

102.7 TODAS LAS PROTECCIONES DEBEN TENER CAPACIDAD INTERRUPTIVA ADECUADA AL PUNTO DE SUMINISTRO.

ART.

302.3 DIFERENTES TIPOS DE AISLAMIENTO Y APLICACION [TABLA 302.3]

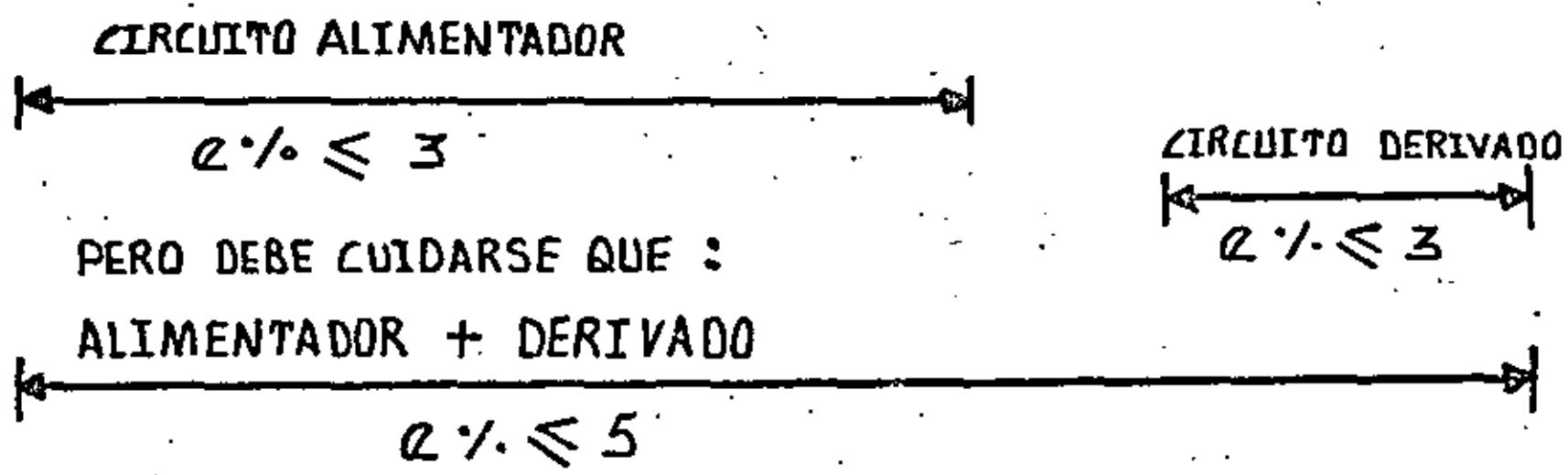
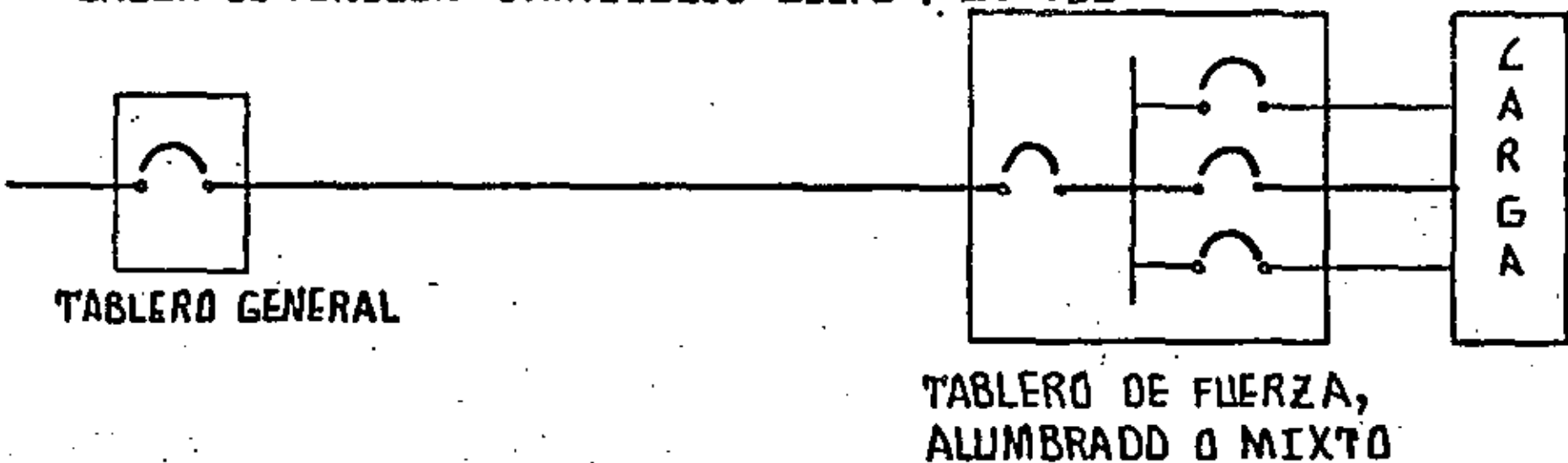
302.4 INDICA AMPACIDAD DE CONDUCTORES POR CALIBRES [TABLA 302.4]

SEÑALA FACTORES DE CORRECCION PARA:

— MAS DE 3 CONDUCTORES EN UNA CANNALIZACION CERRADA (TABLA 302.4a) - FACTOR DE AGRUPAMIENTO

— TEMPERATURA POR ENCIMA DE LOS 31 ° C (TABLA 302.4b) - FACTOR DE TEMPERATURA.

CAIDA DE TENSION (ARTICULOS 202.6 Y 203.3)



LA CAIDA DE TENSION REPRESENTA PERDIDAS DE ENERGIA EN LOS CONDUCTORES

SE PRECISAN LOS PUNTOS PRINCIPALES DE

— TUBO METALICO RIGIDO

~ TIPO PESADO Y SEMIPESADO

~ TIPO LIGERO

— TUBO METALICO FLEXIBLE

~ TIPO COMUN

~ TIPO HERMETICO A LIQUIDOS

— TUBO NO METALICO

~ PVC

~ PE

— DUCTOS METALICOS CON TAPA

“NUEVOS TEMAS”

— ELECTRODUCTOS

— CHAROLAS

12

DISPOSICIÓN DE CABLES EN CHAROLAS

a)



Una o dos capas al descubierto

b)



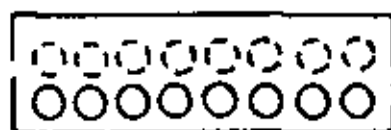
Una capa con espaciamentos

c)



Conductores cuatros por circuito

d)



Una o dos capas con Tapa o cubierta > 1.80 mts

e)



cables Multiconductores

- a) Capacidad de Conducción — AL Aire x 0.75
- b) Capacidad de Conducción — AL Aire o Lin. Ab.
- c) Capacidad de Conducción — AL Aire x 0.75
- d) Capacidad de Conducción — AL Aire x 0.7
- e) Capacidad de Conducción — Tabla de Tubería

REGLAS NUEVAS O ADICIONES PARA:

13

403.3 - IDENTIFICACION [PLACA DE DATOS]

403.14 - SELECCION DE CONDUCTORES PARA
UN SOLO MOTOR - TIPOS DE SERVICIO Y RE-
GIMEN DE CARGA [TABLA 403.14]

403.23 - PROTECCION CONTRA SOBRECARGA
INDIVIDUAL VALOR $\leq 125\% I_N$

403.35 - PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO:

FUSIBLES CONVENCIONALES
INT. TERMOMAGNETICOS } $400\% I_N$

FUSIBLES DOBLE ELEMENTO - $225\% I_N$

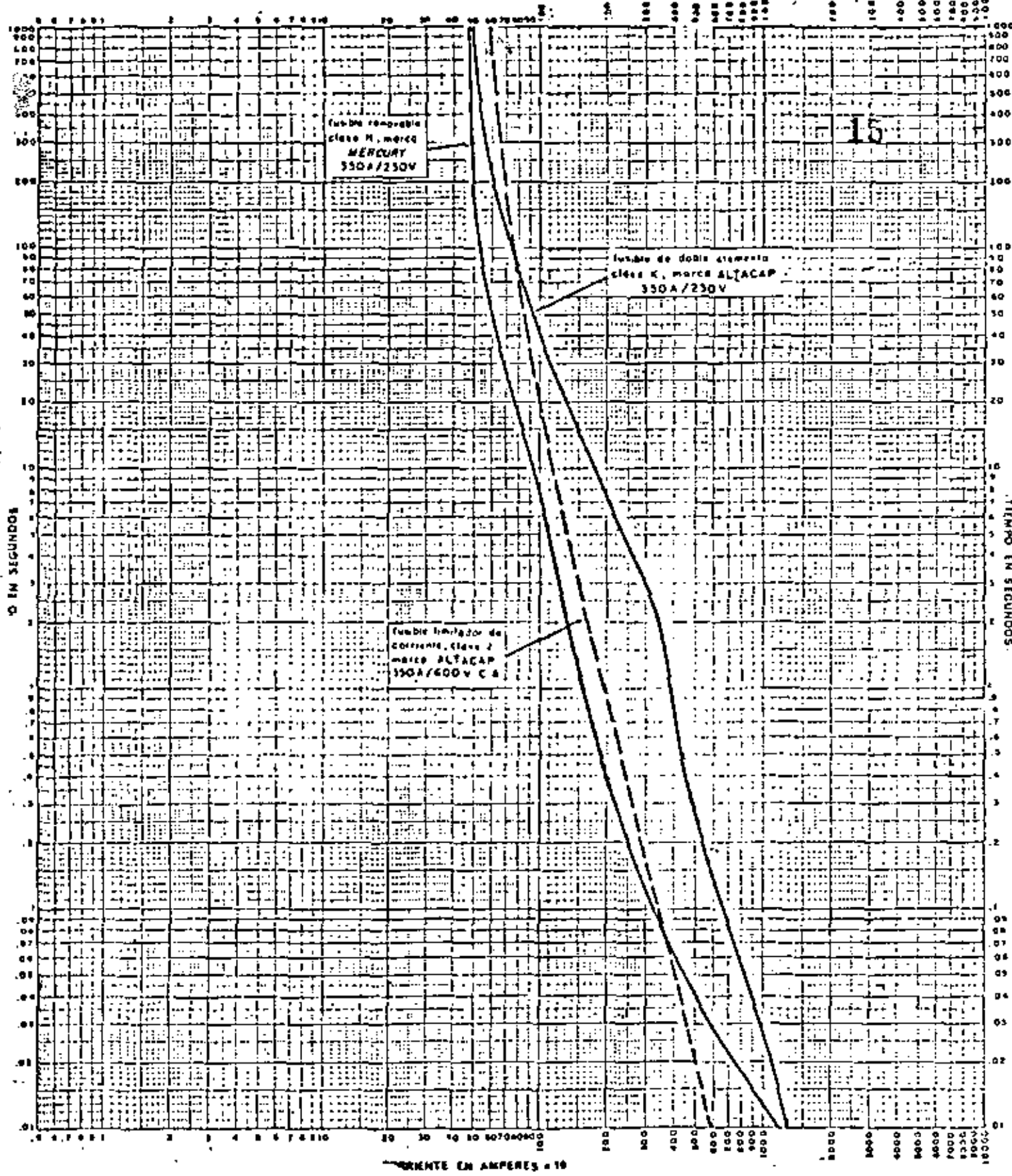
INT. DISPARO INSTANTANEO - $1300\% I_N$

403.66 - ARRANQUE A TENSION REDUCIDA
MOTORES > 10 C.F.

Excepciones: CUANDO NO CAUSEN DISTURBIOS
CUANDO EXISTA SUBESTACION
DEL USUARIO

CAPACIDAD DE LOS CONDUCTORES

Tipo de Servicio	Porcentaje de la Corriente nominal a plena carga que debe aplicarse como mínimo al conductor que lo alimentará. Régimen de trabajo de diseño del Motor.			
	5 min.	15 min.	30 y 60 min.	Continuo
De Corto Tiempo.	110	120	150	—
Intermitente.	85	85	90	140
Periodico.	85	90	95	140
Variable.	110	120	150	200



CORRIENTE EN AMPERES

TIEMPO EN SEGUNDOS

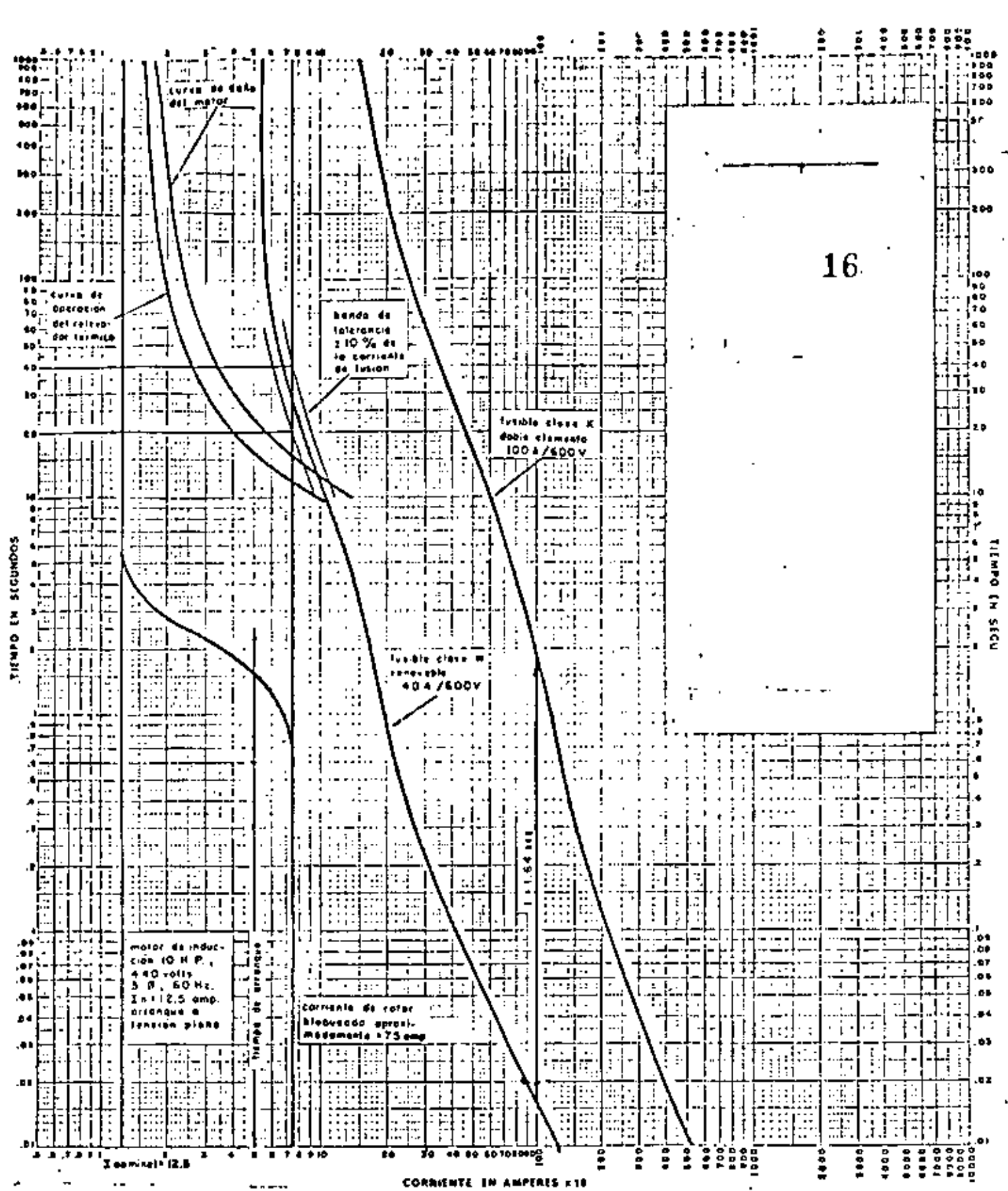
CORRIENTE EN AMPERES

15

fusible remorable
clase H, marca
MERCURY
350A/250V

fusible de doble elemento
clase K, marca **ALTACAP**
350A/250V

fusible limitador de
corriente, clase J,
marca **ALTACAP**
350A/600V C.A.



CORRIENTE EN AMPERES x 10

16

TIEMPO (N) SEG

TIEMPO EN SEGUNDOS

INSTALACIONES EN LUGARES PELIGROSOS

17

501.6 CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS

CLASE I — GASES O VAPORES INFLAMABLES
O EXPLOSIVOS.

CLASE II — POLVOS INFLAMABLES O EXPLOSIVOS

CLASE III — FIBRAS O PELUSAS INFLAMABLES

501.7, 5018 y 5019

DIVISIONES DE LAS DIFERENTES CLASES

DIVISION I — LUGARES CON CONDICIONES —
MUY CRITICAS.

DIVISION II — LUGARES CON CONDICIONES —
POCO PELIGROSAS O CRITICAS
ESPORADICAMENTE.

501.15 AGRUPACION DE LAS DIFERENTES ATMOSFERAS PELIGROSAS, GRUPOS "A" A LA "G"

SECCIONES 502, 503 Y 504

— CARACTERISTICAS DEL EQUIPO INSTALADO EN CADA AREA.

— AREAS PELIGROSAS ESPECIFICAS SECCIONES 505,
506, 507, 508 Y 509.

PUESTA A TIERRA

DET.

18

206.5

SISTEMAS DE:

1 ϕ , 2H, 127 V ; 2 ϕ , 3H, 220/127 V

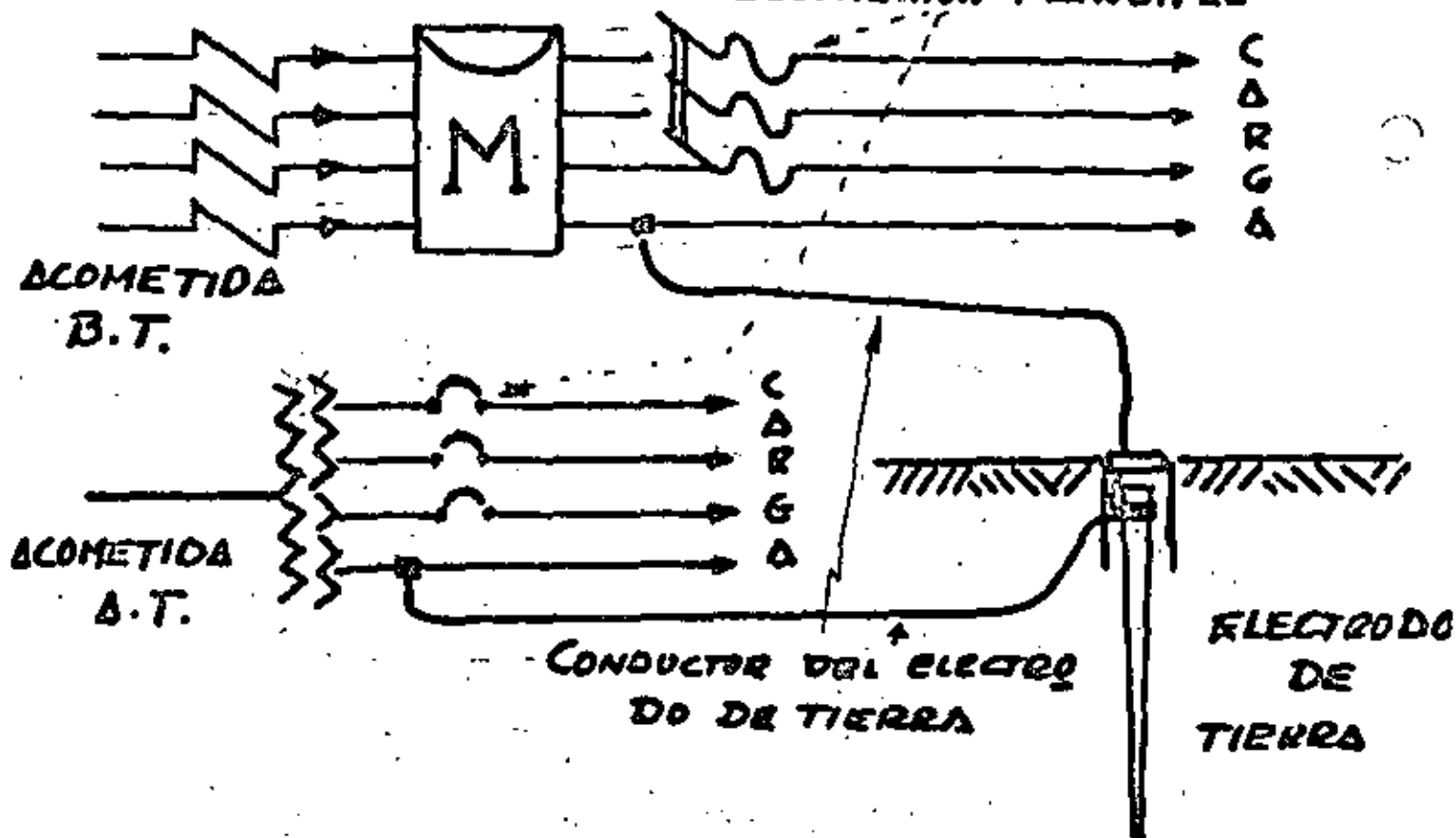
3 ϕ , 4H, 220/127 V ; 3 ϕ , 4H, 440/254 V

3 ϕ , 4H, 480/277 V ; 1 ϕ , 3H, 240/120 V

DEBEN CONECTARSE A TIERRA [NEUTRO SISTEMA]

206.13 LOCALIZACION DE LA CONEXION A TIERRA

MEDIO DE DESCONEXION PRINCIPAL



C

ART.

206.21 PUESTA A TIERRA DE CANALIZACIONES METALICAS

19

- TUBO CONDUIT
- DUCTO CON TAPA
- ELECTRODUCTO
- CHAROLA
- ARMADURA DE CABLES

206.26 y 206.27 PUESTA A TIERRA DE EQUIPO

- TENSION MAYOR DE 150 VOLTS A TIERRA
- EQUIPO EN LUGARES HUMEDOS O MOJADOS
- EQUIPOS EN AREAS PELIGROSAS
- ELEVADORES Y GRUAS
- ARMAZONES DE GENERADORES
- TABLEROS DE PISO Y PARED
- ANUNCIOS LUMINOSOS
- CUBIERTAS, RESGUARDOS O DIVISIONES METALICAS.

puesta a tierra.....

ART.

20

206.29 PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS CONECTADOS MEDIANTE CORDON Y CLAVIJA :

■ Refrigeradores, Aire acondicionado, congeladores, lavadoras, maquinas lavaplatos, etc.

■ herramientas y aparatos portátiles de sujeción manual.

206.37 MEDIO DE PUESTA A TIERRA. PUEDE EMPLEARSE :

— LA CANALIZACION METALICA

— CONDUCTOR ADICIONAL (TABLA 206.58)

206.46, 206.47, 206.48 ELECTRODOS DE TIERRA

— TUBERIA SUBTERRANEA DE AGUA FRIA

— ESTRUCTURA METALICA DEL EDIFICIO

— ELECTRODOS DE PLACA, TUBO O BARRA

206.49 RESISTENCIA A TIERRA DE ELECTRODOS $\leq 25 \Omega$

PUESTA A TIERRA DE CIRCUITOS Y SISTEMAS.

ELECTRODOS NATURALES.

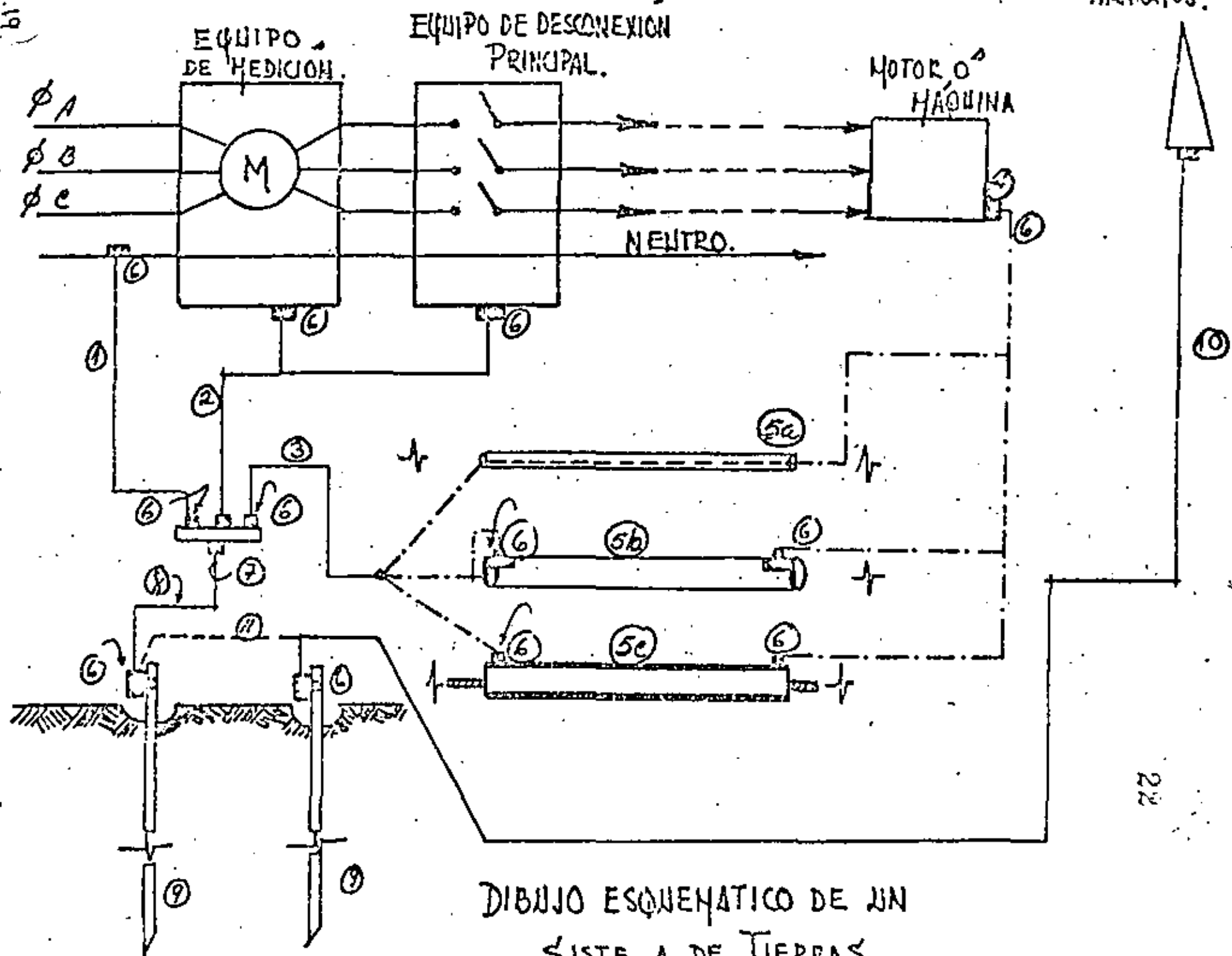
- TUBERIA DE AGUA-FRIA - DEBE SER METALICA CONTINUA SUBTERRANEA, NO MENOR DE 3 MTS.
- ARMAZON METALICO DE UN EDIFICIO DEBE SER EFECTIVAMENTE PUESTO A TIERRA.
- TUBERIA METALICA DE REVESTIMIENTO DE UN POZO PROFUNDO.

ELECTRODOS ARTIFICIALES.

- ELECTRODO DE PLACA.
- ELECTRODO DE TUBO.
- ELECTRODO DE BARRA.

(19)

PARARAYOS.



DIBUJO ESQUEMATICO DE UN SISTEMA DE TIERRAS.

- ① CONDUCTOR DE CONEXIÓN A TIERRA DEL SISTEMA.
- ② CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO DE MEDICIÓN Y EQUIPO DE DESCONEXIÓN PRINCIPAL.
- ③ CONDUCTORES PRINCIPALES DE PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.
- ④ CARCARA O PARTES METÁLICAS NO CONDUCTORAS DE CORRIENTE, DEL EQUIPO QUE DEBA SER CONECTADO A TIERRA.
- ⑤ CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO QUE PUEDER SER :
 - a) UN CONDUCTOR AISLADO O DESNUDO QUE TIENDA DENTRO DE LA CANALIZACIÓN O FUERA DE ELLA.
 - b) TUBO METÁLICO O RÍGIDO O DUCTOS METÁLICOS.
 - c) CUBIERTA METÁLICA DE CABLE ARJADO.
- ⑥ ACCESORIOS DE SUJECIÓN (ABRAZADERAS, UNIONES, ETC)
- ⑦ PUENTE DE UNIÓN PRINCIPAL.
- ⑧ CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE TIERRA.
 - a) ELECTRODO DE TIERRA, QUE PUEDEN SER. °
 - NATURAL : TUBERIA METÁLICA DE AGUA, DRENAJE, REVES-TIMIENTO ETC.
 - ARTIFICIAL : BARRA, TUBO, PLACA. ETC.

(10) CONDICION DE BOMBA DEL EQUIPO.

24

(11) CONEXION DEL PARARRAYOS AL ELECTRODO DE TIERRA DEL SISTEMA Y DEL EQUIPO (NO EN TODOS LOS CASOS ES POSIBLE).

Calibre de los conductores para puesta a tierra
de equipos y canalizaciones interiores

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protec- ción contra sobrecorriente ubicada antes del equipo, - conductor, etc.	Calibre del conductor de pue- sta a tierra (AWG o MCM)	
	Cobre	Aluminio
No mayor de (amperes)		
15	14	12
20	14	12
30	12	10
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
400	4	2
600	2	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250 MCM
1600	4/0	350 "
2000	250 MCM	400 "
2500	350 "	500 "
3000	400 "	600 "
4000	500 "	800 "
5000	700 "	1000 "
6000	800 "	1200 "



SECRETARIA
DE
COMERCIO

Sistemas de corriente directa, Calibre del conductor de puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra para un sistema de abastecimiento de corriente directa, no debe ser más delgado que el conductor más grueso abastecido por el sistema, o su equivalente si no son del mismo material. En ningún caso el conductor de puesta a tierra debe ser más delgado que el calibre No. 8 AWG (8.37 - - mm^2) de cobre.

Sistemas de corriente alterna, Calibre del conductor del electrodo de tierra. En un sistema de corriente alterna el calibre del conductor del electrodo de tierra no debe ser menor al que se indica a continuación para conductores de cobre. Si se trata de otro material, su resistencia eléctrica no debe ser mayor que la equivalente al conductor de cobre correspondiente.

Calibre del conductor más grande de la acometida o su equivalente para conductores en paralelo.

Calibre del conductor del electrodo de tierra.

AWG o MCM (Cobre)

AWG o MCM (Cobre)

2 ó menor

8

1/0

6

2/0 ó 3/0

4

4/0 a 350 MCM

2

400 a 600 MCM

1/0

Mayor de 600 a 1100 MCM

2/0

Más de 1100 MCM

3/0

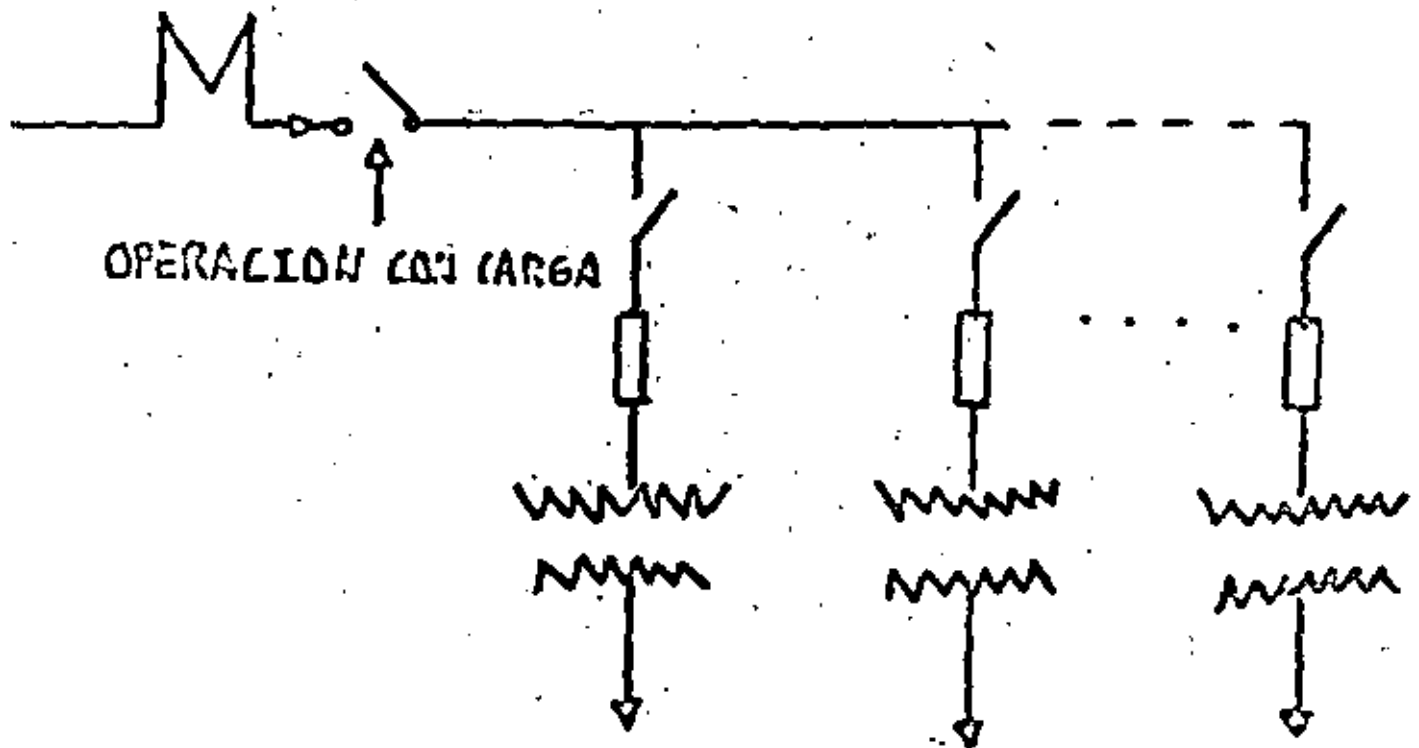
Calibre del conductor de puesta a tierra de equipos. El calibre del conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor al especificado en la Tabla 210.58, excepto los casos particulares a que se refieren las fracciones 210.59, 210.60 y 210.61.

Véase las fracciones 210.37 y 210.54, inciso b) para uso de canalizaciones o cubiertas metálicas de cables como medios de puesta a tierra.

SUBESTACION

27

601.5 MEDIO DE DESCONEJION GENERAL
DEBE SER DE OPERACION CON CARGA

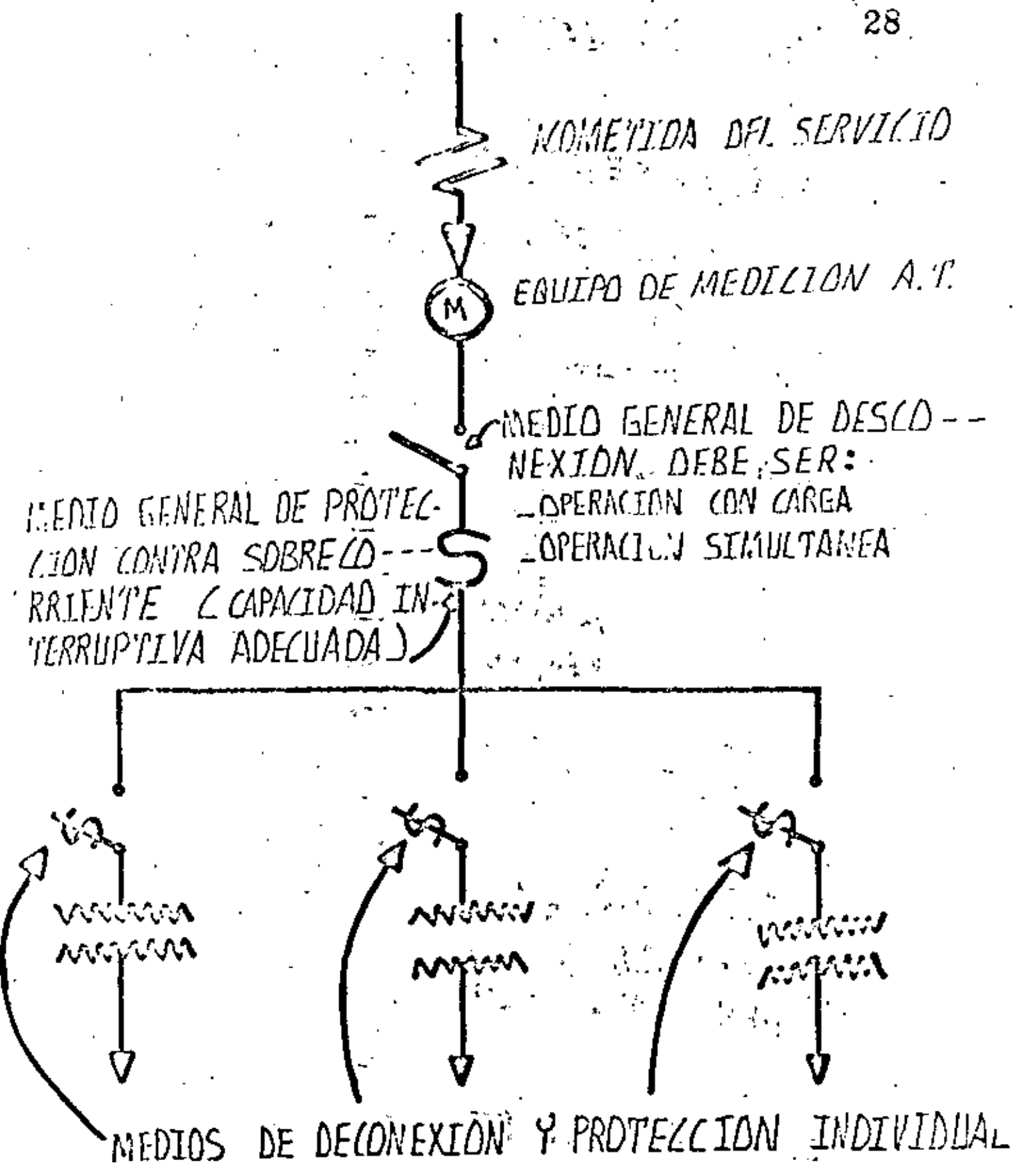


601.7 CAPACIDAD INTERRUPTIVA ADECUADA
ADECUADA A LA POTENCIA DE CORTO CIR-
CUITO EN EL PUNTO DE SUMINISTRO.

602.3 ALUMBRADO DE SUBESTACIONES

SE MODIFICAN LOS NIVELES LUMINOSOS
(VER TABLA 602-3a.)

METODO DE DESCONEXION GENERAL



603.2 ENUNCIA LAS CARACTERISTICAS GENERALES

- EXISTENCIA DE MALLA ENTERRADA
- CONDUCTOR DE MALLA \geq 4/0 AWG.
- CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA \geq 2 AWG.
- RESISTENCIA A TIERRA \leq 10 Ω

604.1 SEÑALA LAS DISTANCIAS MINIMAS PARA RESGUARDOS DE PARTES VIVAS Y ESPACIOS DE SEGURIDAD CON LAS TENSIONES NORMALIZADAS DE RECEPCION.

604.7 INDICA DISTANCIA MINIMA ENTRE FASES Y DE FASE A TIERRA

SECCION 605

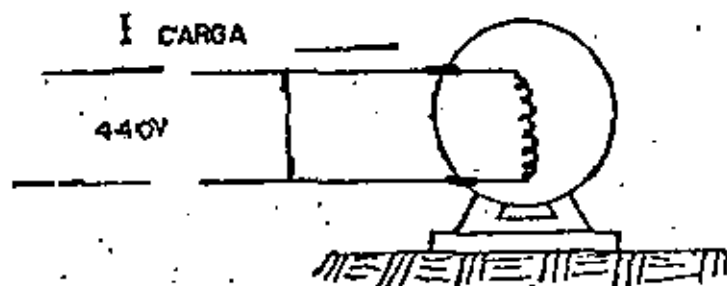
MARCA DISPOSICIONES PARA LA INSTALACION DE EQUIPO ELECTRICO ESPECIFICO EN SUBESTACIONES DE USUARIOS.

PUESTA A TIERRA DE PARTES METÁLICAS NO CONDUCTORAS

30

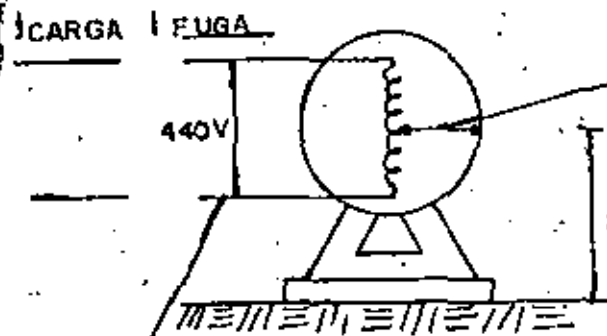
Objetivo Principal:

Evitar que, sobre partes expuestas exista un potencial elevado peligroso



MOTORES EN OPERACION NORMAL.

1er. Caso



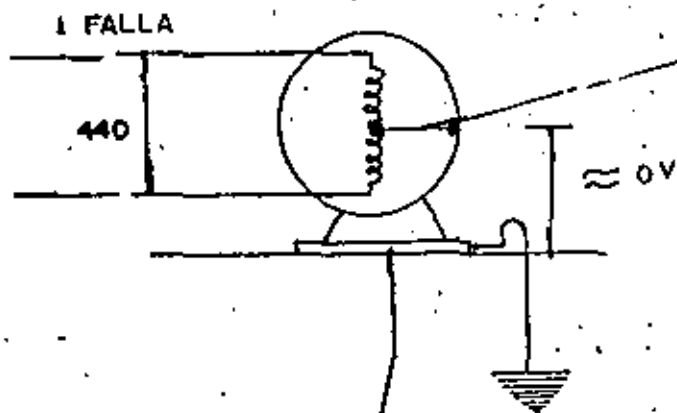
CONTACTO ELECTRICO CON LA CARGA

VOLTAJE PELIGROSO

PROTECCION NO OPERA

CARCAZA NO CONECTADA A TIERRA

2o. Caso

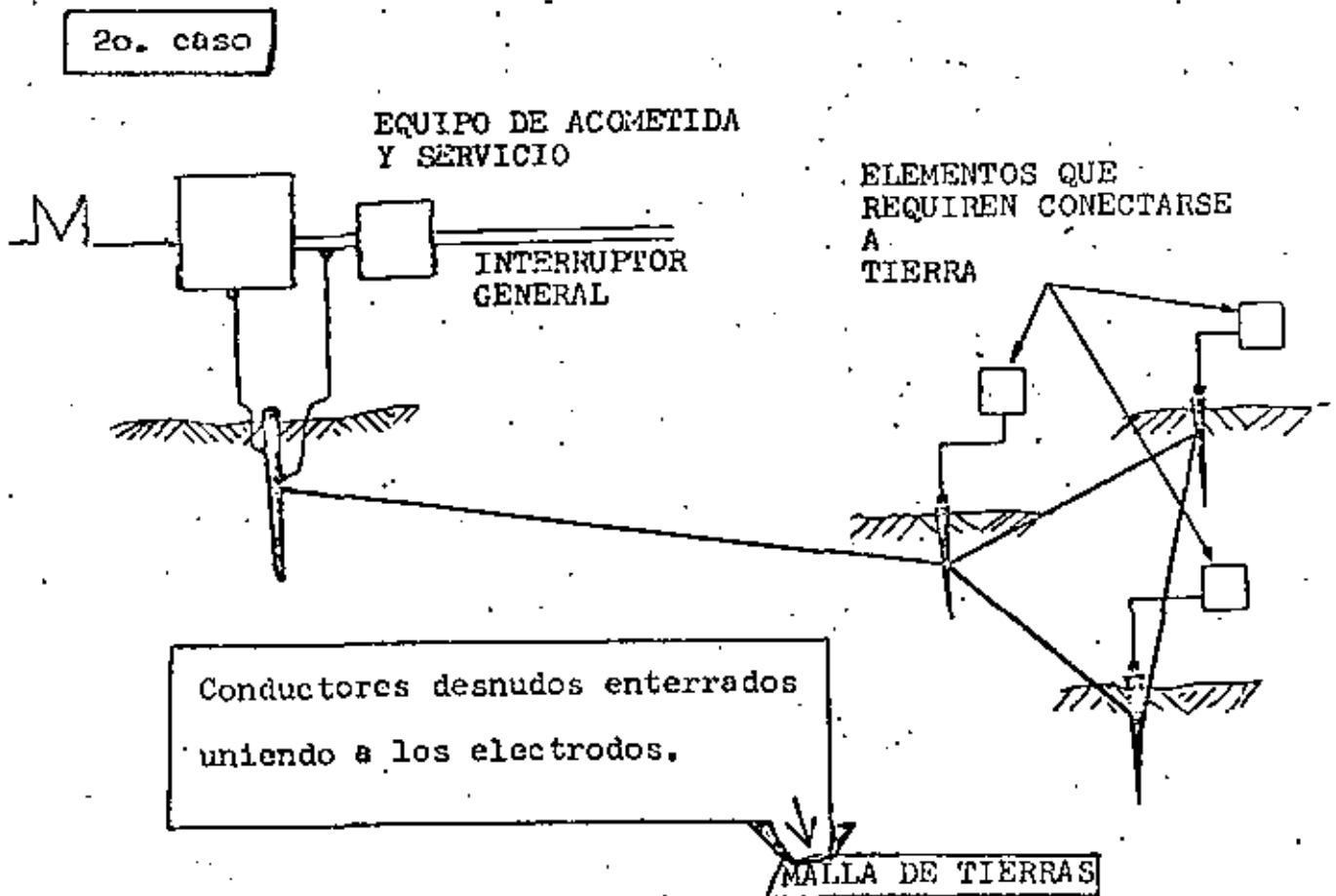
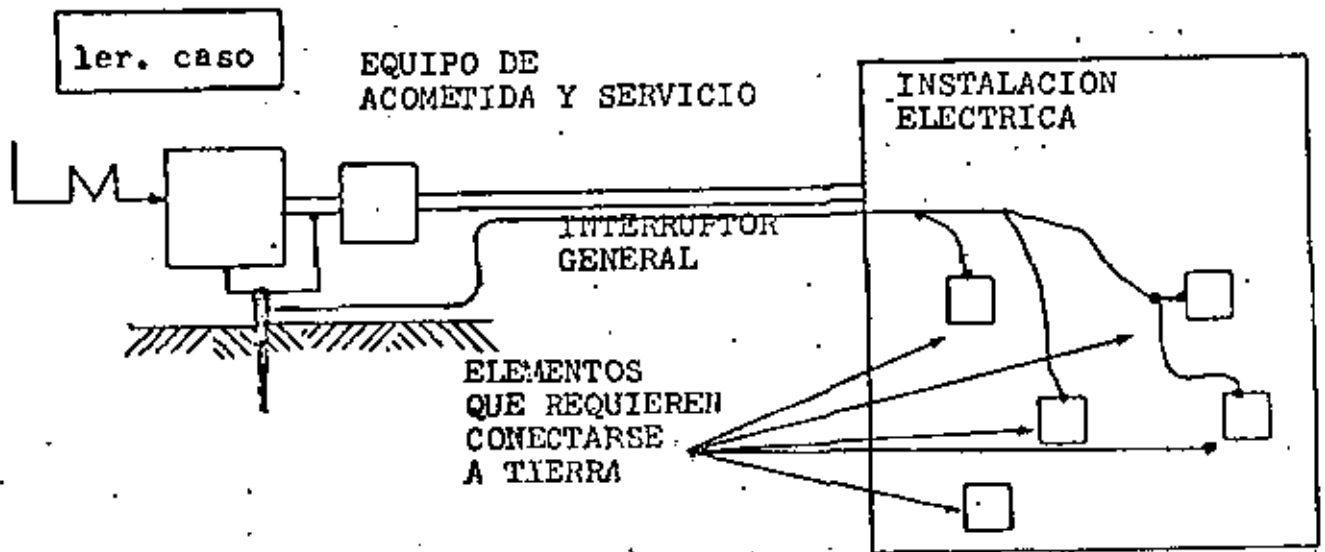


CONTACTO ELECTRICO CON LA CARGA

VOLTAJE INOCUO

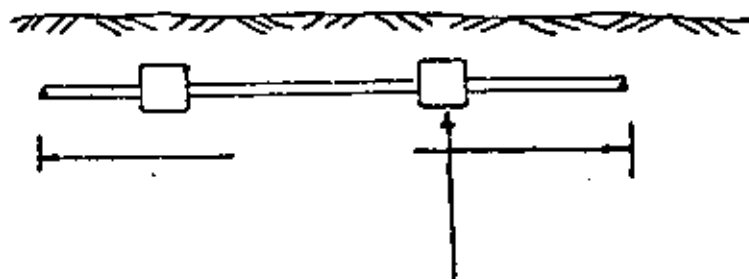
PROTECCION OPERA

CARGA CONECTADA A TIERRA

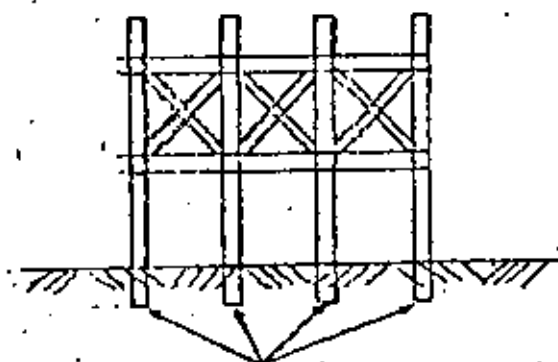


Electrodos naturales

tubería metálica
subterránea de -
agua.

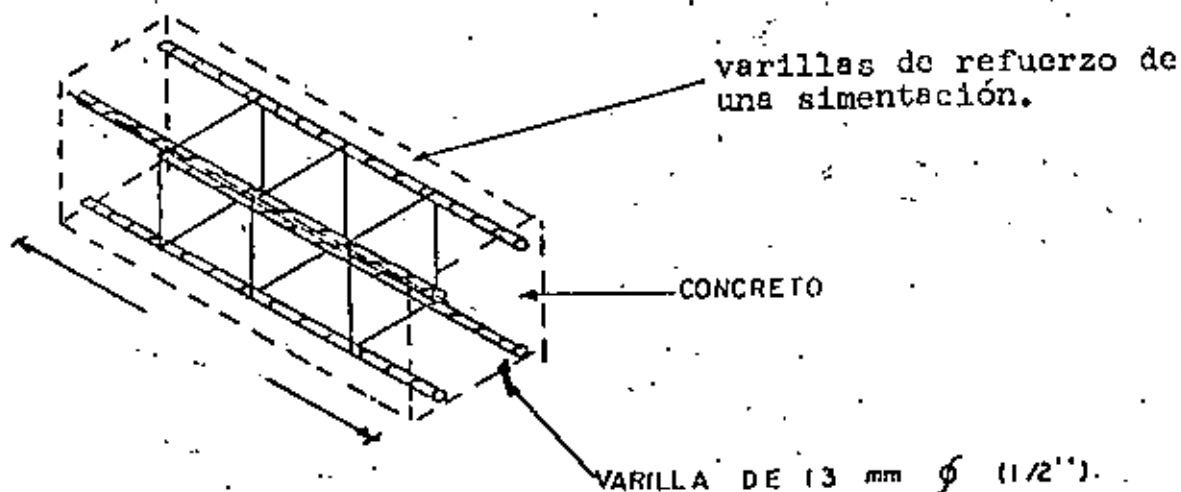


checa continuidad entre tramos



conexión efectiva a tierra

estructura metáli
ca de un edificio

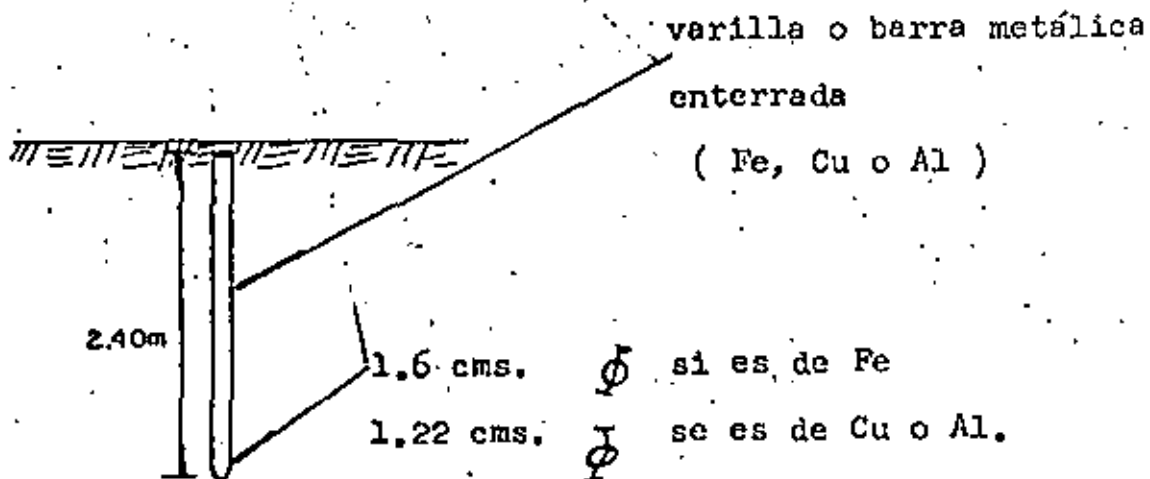
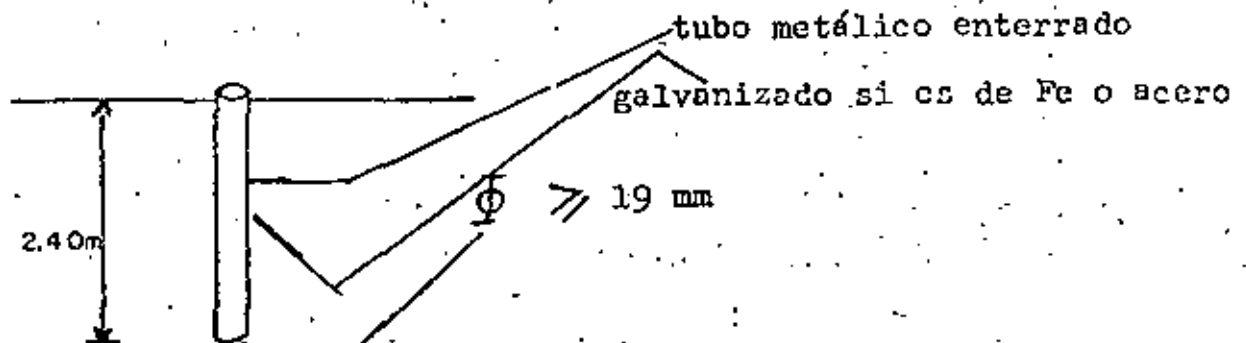
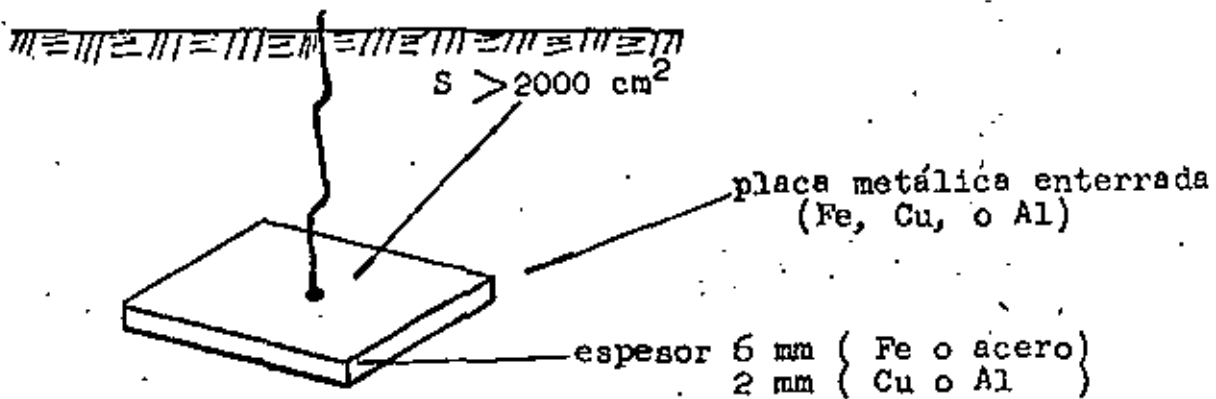


- Tubería metálica de revestimiento de un pozo profundo.
- Cañerías metálicas de drenaje
- Tanques metálicos enterrados.

ELECTRODOS ARTIFICIALES

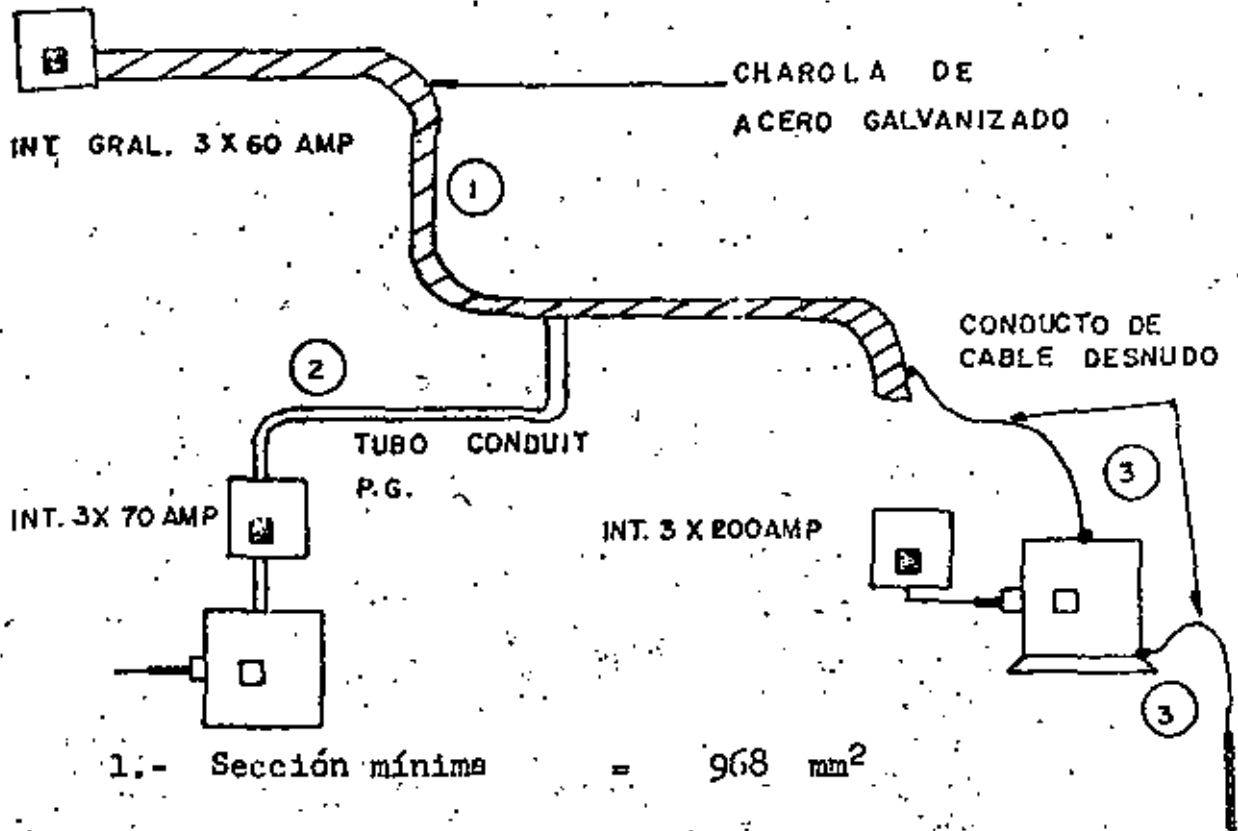
RESISTENCIA A TIERRA

MENOR DE 25



Ejemplos:

Seleccionar el conductor de puesta a tierra del equipo .

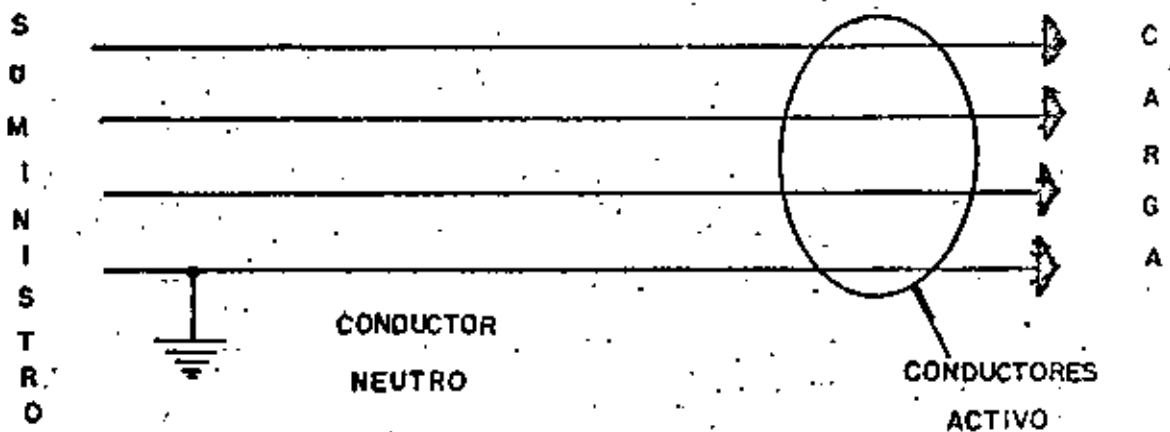


1.- Sección mínima = 968 mm²

2.- Diámetro mínimo = 25 mm ϕ

3.- Calibre mínimo = 6 AWG

CONEXION A TIERRA DEL SISTEMAS ELECTRICOS



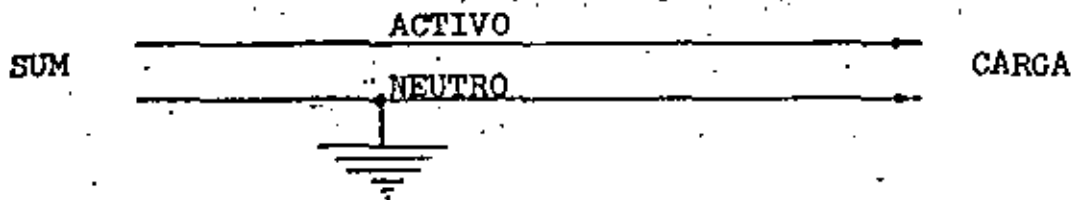
OBJETIVOS: CONEXION A TIERRA DEL SISTEMA ELECTRICO

- _ Limitar las sobretensiones causadas por los rayos.
- _ Limitar las sobretensiones transitorias internas - (switches, maniobras, etc,)
- _ Evita las sobretensiones causadas por contacto con líneas de mayor tensión.
- _ Limita la tensión a tierra (seguridad para el personal, el usuario y los aparatos de la instalación)
- _ Facilita la operación de las protecciones contra fugas a tierra.

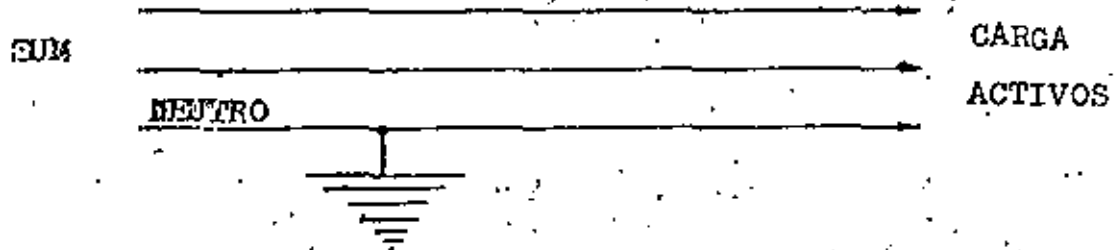
ART. 206.5 SISTEMAS QUE REQUIEREN CONECTARSE A TIERRA.

SISTEMA MONOFASICO 127 V (1 ϕ , 2H)

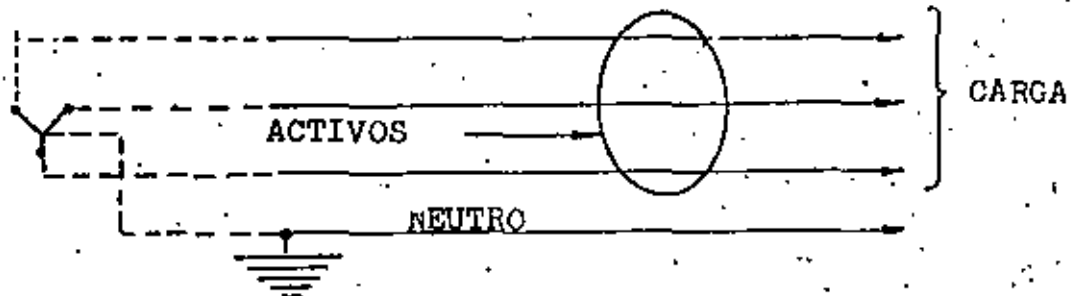
36



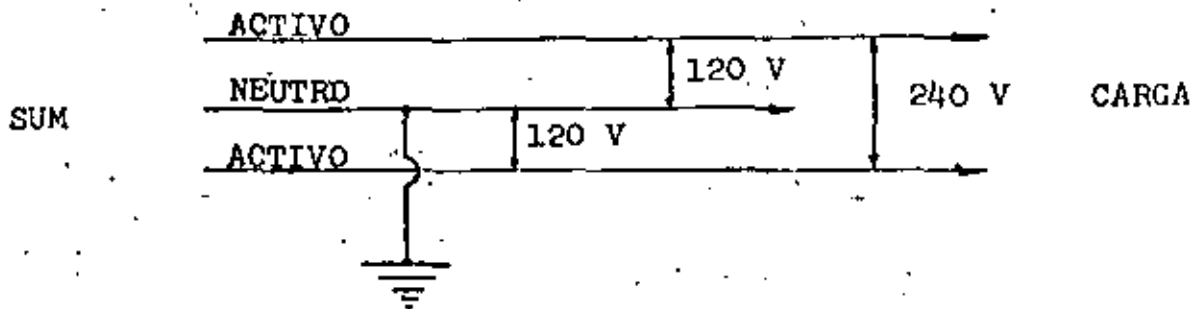
SISTEMA BIFASICO 220 V (2 ϕ , 3H)



SISTEMA TRIFASICO ESTRELLA DE 220 V, 440 V y 480 V

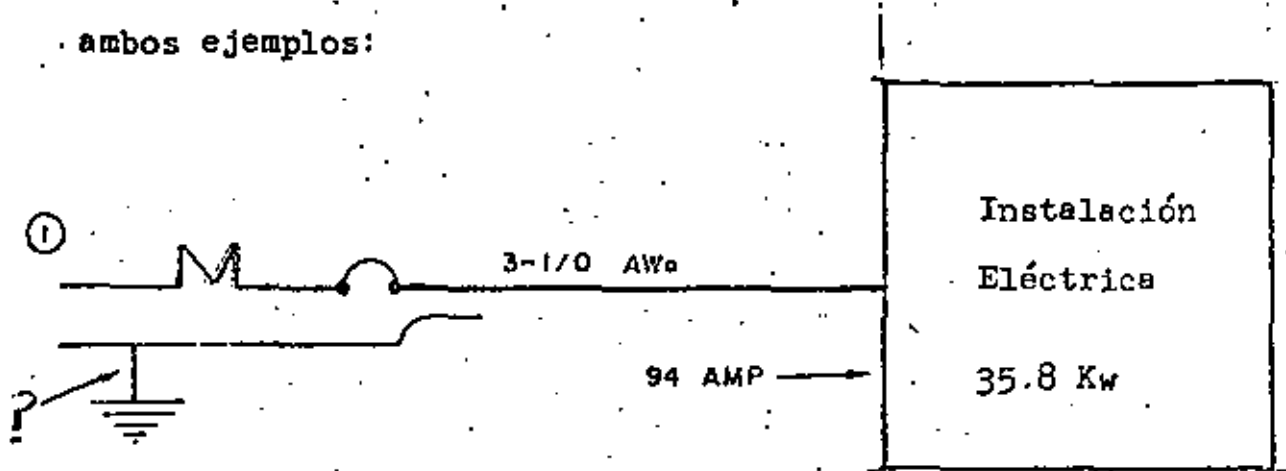


SISTEMA MONOFASICO 240/120 V (1 ϕ 3H)

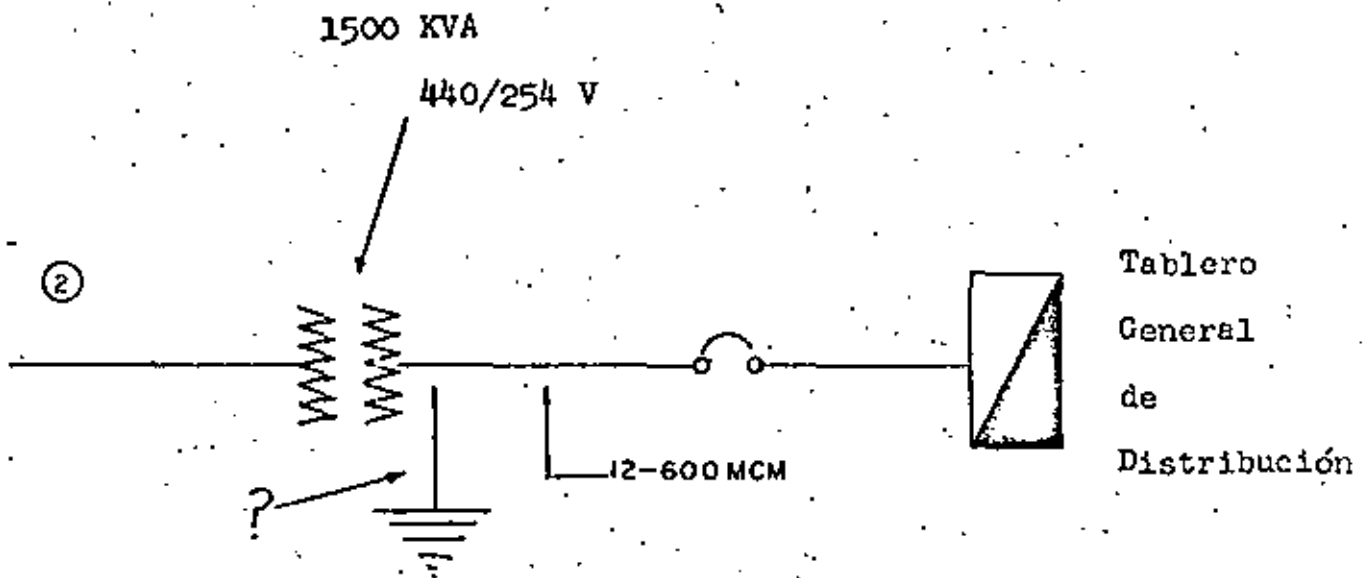


EJEMPLOS:

Seleccionar el conductor de conexión a tierra del sistema de ambos ejemplos:



Conductor seleccionado = 6 como mínimo



4-600 MCM/ fase = 2400 MCM/ fase

Conductor seleccionado = 3/0 como mínimo



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: "INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS"

**EN COLABORACION CON EL INSTITUTO DE INGENIERIA
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA.**

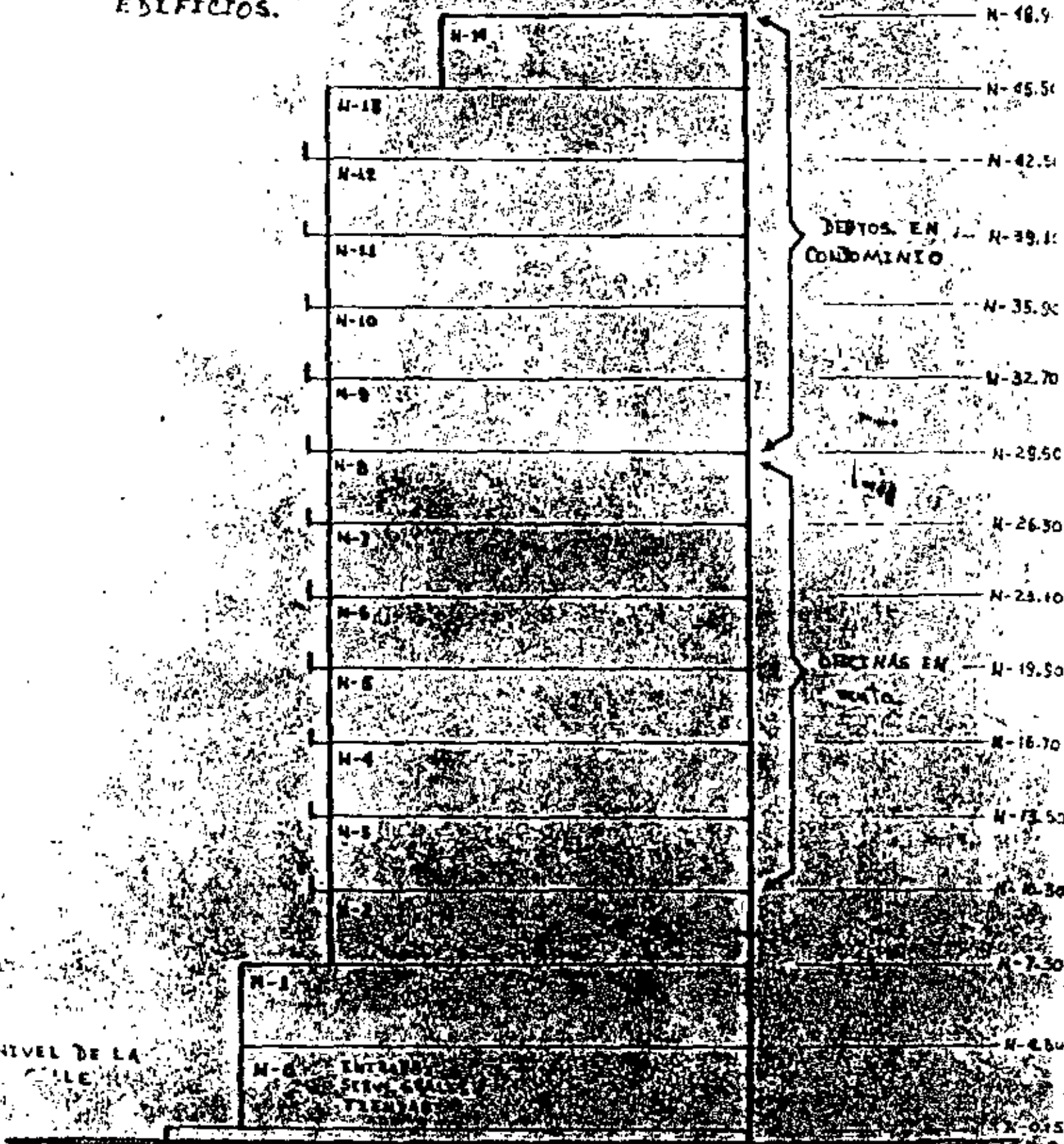
TEMA: INSTALACIONES EN EDIFICIOS.

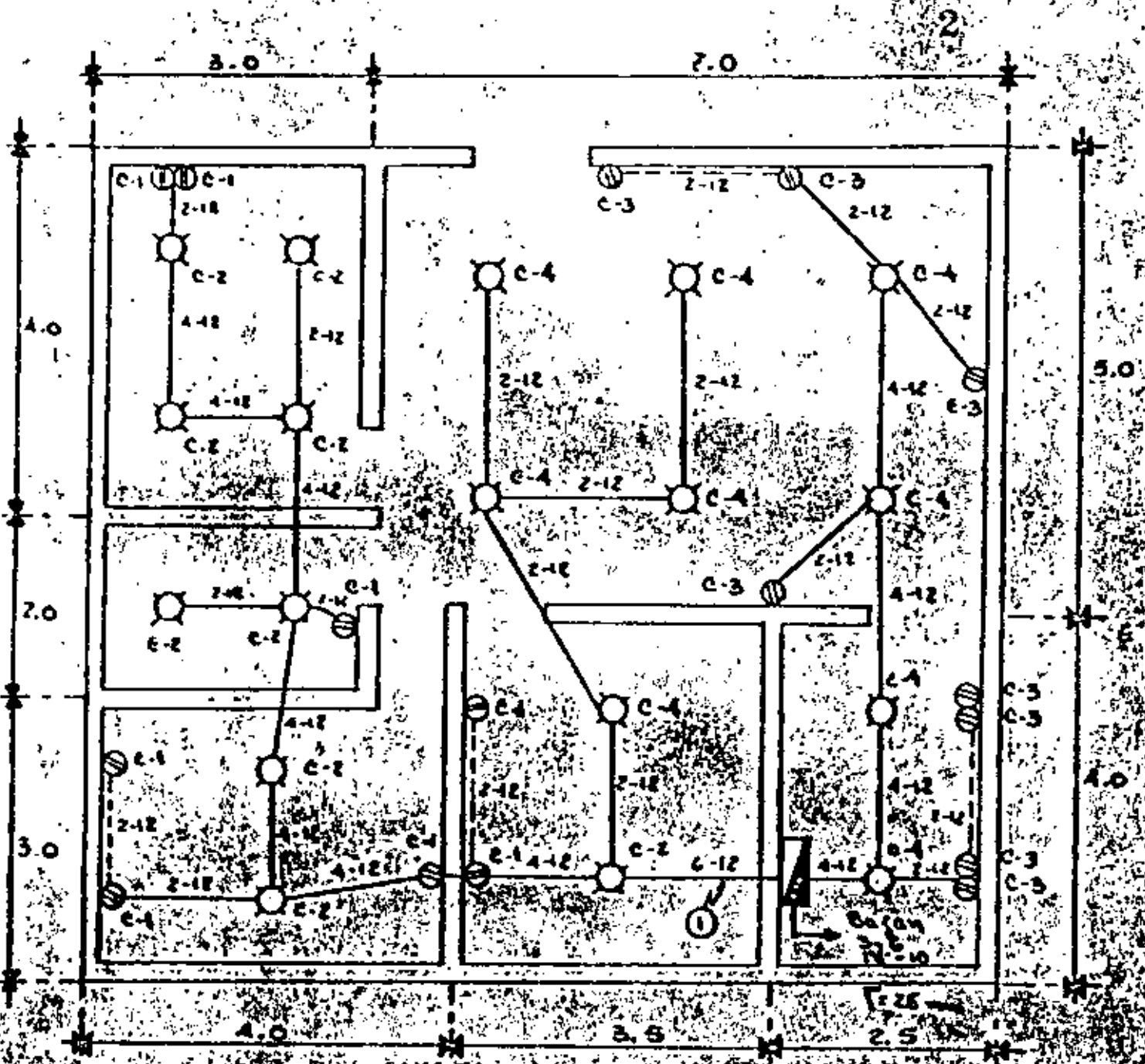
**ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS.
29-30 octubre 1982**

EJEMPLO:

1

INSTALACION EN EDIFICIOS.





CÁLCULO DE LA CARGA (LITIO 204.2)

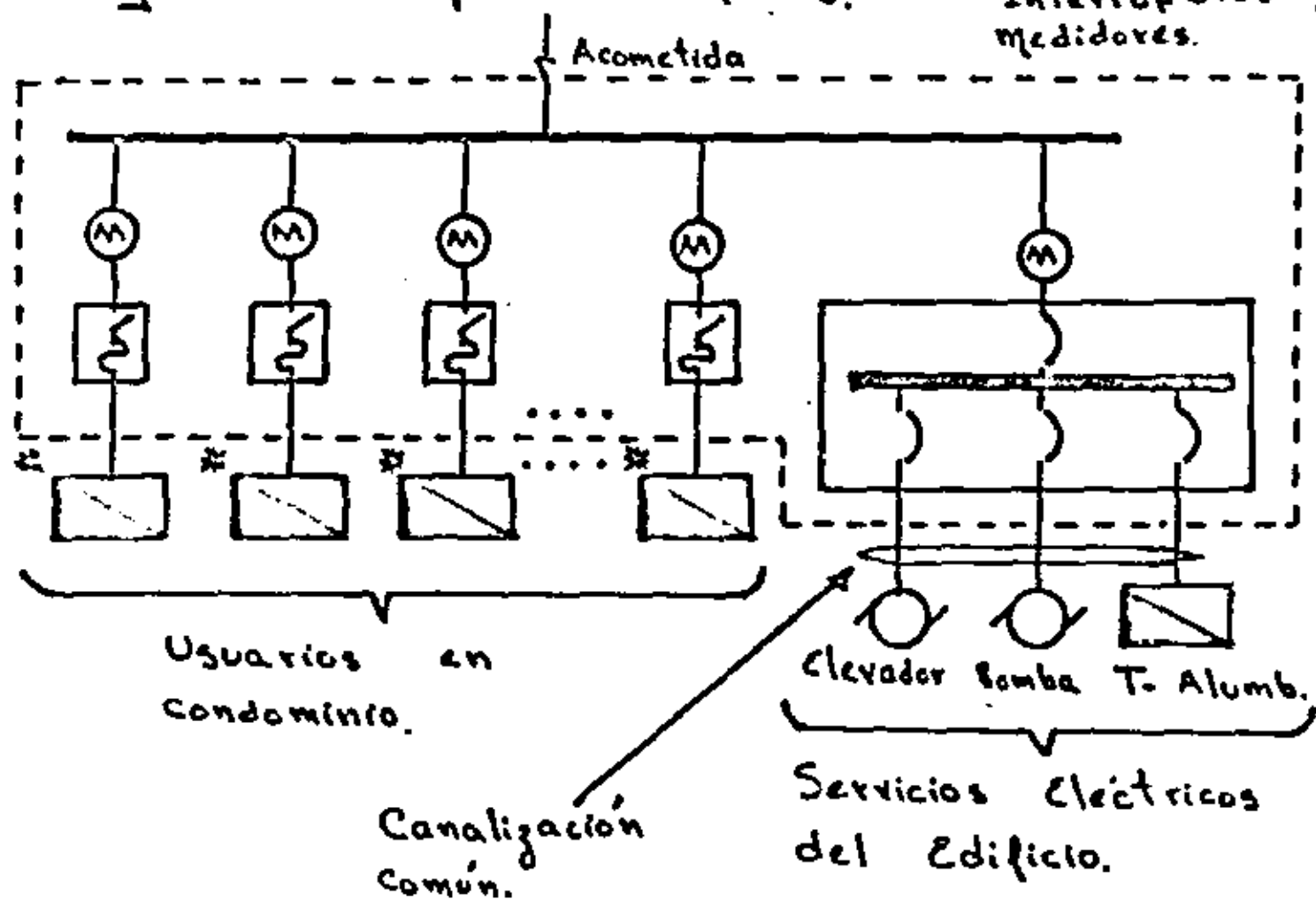
CIRCUITOS DERIVADOS

- 2 ALUMBRADOS = $2 \times 125 W = 250 W$
- 2 CONTACTOS = $2 \times 180 W = 360 W$

Instalaciones Eléctricas en Condominio

Diagramas Unifilares Típicos.

3 Concentración de Interruptores y medidores.



Los conductores de cada Usuario (marcados con asterisco *), deben ir en canalizaciones independientes (Tubos o ductos diferentes). N-301.17

Los conductores de los servicios del edificio pueden ir en las mismas canalizaciones.

Si la Canalización es tubo plástico, debe emplearse el de PVC y no el PE N-306.25

Cubo de Canalizaciones no debe usarse al del elevador. N-301.1

Tablero de Elevador

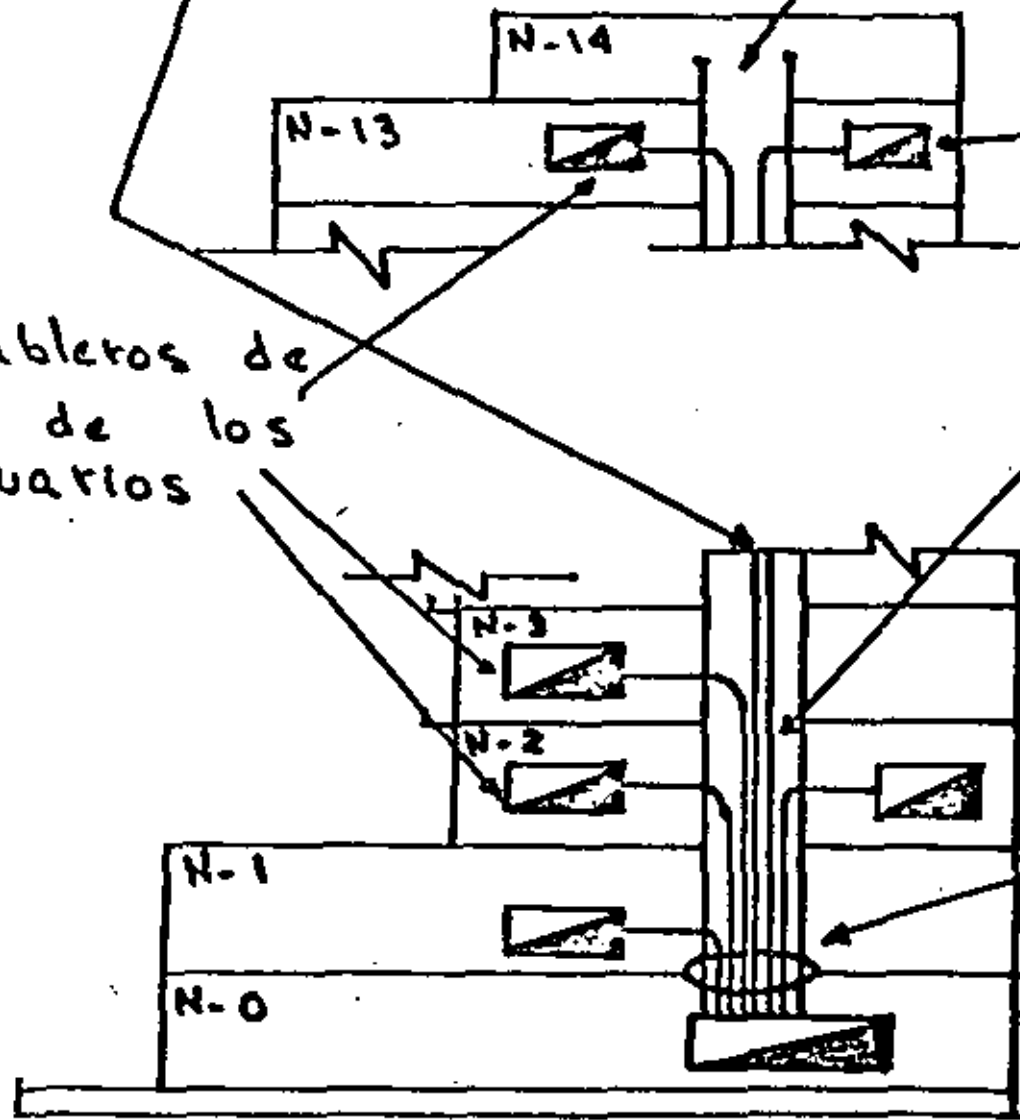
Tableros de Cfu de los usuarios

Los conductores deben soportarse cada cierta distancia. Tabla 301.12

Notese una canalización para cada usuario y una para los servicios.

Acometida →

Concentración de medidores e interruptores.



CALCULO DE CONDUCTORES

5

CIRCUITO DE CONTACTOS, CARGA: 1,440 W

— POR CAPACIDAD DE CONEXION:

$$I_{NOMINAL} = \frac{CARGA}{TENSION} = \frac{1440}{127} = 11.3 \text{ Amps}$$

CONDUCTOR NECESARIO N° 15 Amps

FACTOR DE CORRECCION POR TEMP. = $1.0 \times 15 = 15$

FACTOR DE CORRECCION POR P.D. = $0.8 \times 15 = 12$

CAPACIDAD DE CONEXION DISMINUIDA: 12 A

POR CAIDA DE TENSION:

$2\% \leq 3$ (NIDE 2020)

L = 18 mts

$$S = \frac{4LE}{\% \times V^2} = \frac{4(18)(113)}{2 \times (127)^2} = 2.135 \text{ mm}^2 \approx \# 14$$

PERO SEGUN EL ART. 202.7 (1) DEBE SELECCIONARSE EL CALIBRE N° 12

CONCLUSION:

SELECCIONAMOS EL CONDUCTOR N° 12

CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS

SELECCION DE LA PROTECCION

6

PROTECCION SEGUN LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LOS CONDUCTORES :

CALIBRE NO. 12 SOPORTA 20 Amp.
FACTOR DE AGRUPAMIENTO : $0.8 \times 20 = 16$ Amp.
CAPACIDAD DISHUIDA 16 Amp.
PROTECCION DE 15 o 20 Amp.

CAUDALIZACION :

PUNTO MAS CRITICO : (1)
6 CONDUCTORES DEL NO. 12 (76.8) mm²

$$(12.8 \text{ mm}^2) \times 6 = 76.8 \text{ mm}^2$$

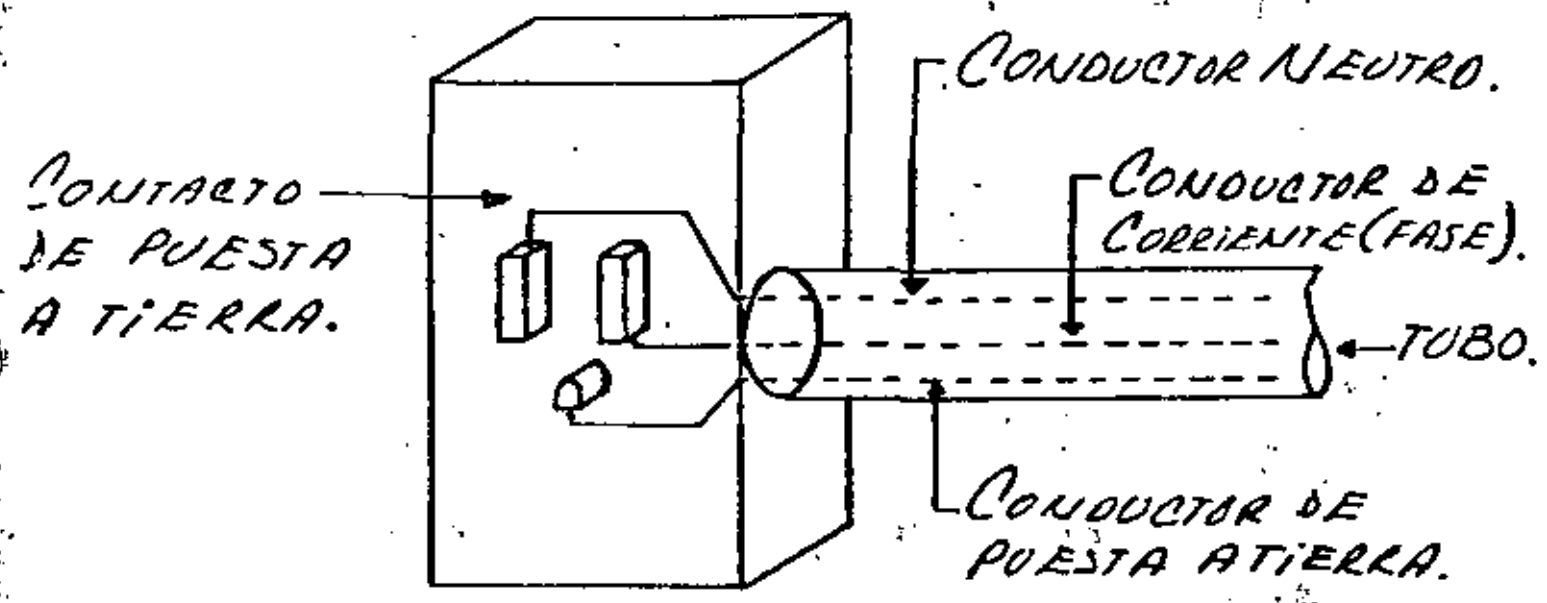
NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40 % DE LA CAUDALIZACION.

$$\begin{array}{rcl} 76.8 \text{ mm}^2 & \text{---} & 40 \% \\ \Delta & \text{---} & 100 \% \quad \Delta = 192 \text{ mm}^2 \end{array}$$

CORRESPONDE A UN TUBO DE 13 mm.

POR FACILIDAD DE LA INSTALACION SE RECOMIENDA EL USO DEL TUBO DE 19 mm.

PUESTA A TIERRA DE PARTES METALICAS DE APARATOS QUE VAN A USARSE EN COCINAS Y BAÑOS MEDIANTE CONTACTOS DE PUESTA A TIERRAS.



CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA:

PROTECCION	CALIBRE (CU)
15 amp. _____	14
20 amp. _____	14
30 amp. _____	12

ALIMENTADORES. 8

CALCULO DE LOS CONDUCTORES:

- CARGA TOTAL 5130 WATTS 2 ϕ ; 3 HILOS

- ESTIMACION DE LA DEMANDA MAXIMA.

FACTOR DE DEMANDA 35% EXCESO DE 3000 WATT.

$$5130 \text{ w.} - 3000 \text{ w.} = 2130 \text{ w.} \times 0.35 = 745.5 + 3000 =$$

$$= \underline{3745.5 \text{ WATTS.}} \quad \therefore$$

CARGA POR FASE = 1872.8 WATTS.

- POR CAPACIDAD DE CONDUCCION:

$$I_n = \frac{\text{CARGA}}{127} = \frac{1872.8}{127} = 14.7 \text{ AMP.}$$

CONDUCTOR NECESARIO N. 14 (TW) = 15 AMP.

F.C.T. & F.C.A. = 1

AMPACIDAD DEL CONDUCTOR 15 AMP.

- POR CAÍDA DE TENSION $e\% \leq 2$ (NIE 203.3)

$$S = \frac{4LI}{e\% \cdot 127} = \frac{4(50)14.7}{2 \times 127} = 6.9 \text{ mm}^2$$

11.57 mm^2

CORRESPONDE A UN CALIBRE No 6 (TW).

CONCLUSIÓN:

SELECCIONAMOS EL CONDUCTOR No 6
CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR NEUTRO.

DEBE SOPORTAR LA CORRIENTE
MÁXIMA DE DESBALANCEO, IGUAL A LA
CORRIENTE DE FASE MÁS CARGADA.

$$\therefore I_n = 14.7 \text{ AMP.}$$

CONDUCTOR No 6 por CAÍDA DE TENSION.

PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE:

PROTECCION DE ACUERDO CON LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LOS CONDUCTORES.

CALIBRE N.º 6 SOPORTA 55 AMP. (T.W.)

PROTECCION DE 50 AMP. O MENOR (40, 30, 25 O 20 AMP.) ES ADECUADA EN ESTE CASO.

CANALIZACIONES:

- LAS CANALIZACIONES EN DONDE SE ALOJAN LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES DEBEN SER INDEPENDIENTES (NIE 30-17);

∴ SÓLO 3 CONDUCTORES Y 1 DE TIERRAS.

- SEGUN LA NORMA 301.12 LOS CONDUCTORES EN LAS CANALIZACIONES VERTICALES, DEBEN DE SUJETARSE (TABLA 301.12) A NO MAS DE 30 METROS.

- LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40% DEL AREA INTERIOR DE LA CANALIZACION.

3 CONDUCTORES DEL No 6 ——— 158.7 mm².

1 " " " No 10 (TIERRA) ——— 16.8 mm².

175.5 mm².

175.5 mm² ——— 40%.

A " " ——— 100%.

A = 438.8 mm².

CORRESPONDE A UN TUBO DE 25 mm. DIA'METRO NOMINAL.

CIRCUITO DERIVADO PARA UN MOTOR DE SISTEMA DE BOMBEO DE 20 C.F. 3 Ø, 220 Volts, $\eta = 0.90$, F.P. = 0.85, EL MOTOR ES DE SERVICIO PERIODICO Y SU REGIMEN DE TRABAJO ES CONTINUO. EN LA CANALIZACION VIAJAN 6 CONDUCTORES.

12

- CORRIENTE NOMINAL.

• TOMAR ESTE VALOR DE DATO DE PLACA O

• CALCULAR MEDIANTE :

$$I_{NOM} = \frac{C.F. \times 746}{\sqrt{3} \times KV \times F.P. \times \eta} = \frac{20 \times 746}{\sqrt{3} \times 0.22 \times 0.85 \times 0.9} = 51.2 \text{ Amp}$$

- CONDUCTORES.

• POR CAPACIDAD DE CORRIENTE :

EL FACTOR PARA LA SELECCION DE CONDUCTORES SEGUN TABLA 403.14 DE LAS N.T.I.E. ES EL 140% DE LA I_{NOM} .

$$I_{COND.} = 1.4 \times I_{NOM} = 1.4 \times 51.2 = 71.7 \text{ Amp.}$$

CORRESPONDE A UN CALIBRE NO.4 (THW) CON UNA CAPACIDAD DE 90 Amp.

13

ESTE VALOR ES NECESARIO AFECTARLO POR EL FACTOR DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO QUE EN ESTE CASO ES 0.8 Y F.C.T. = 1

$$I_{\text{REAL}} = I_{\text{NOM}} \times F.A. \times F.C.T.$$
$$= 90 \times 0.8 \times 1.0 = 72 \text{ AMP}$$

SE OBSERVA QUE EL CONDUCTOR SIGUE SIENDO EL N.º 4

- POR CAIDA DE TENSION :

LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA

SI $L = 50 \text{ mts}$

$$S = \frac{2LI}{E_{\eta} \times \%} = \frac{2(50)51.18}{127 \times 2} = 20.15 \text{ mm}^2$$

QUE CORRESPONDE A UN CALIBRE 4 AWG

- EL CONDUCTOR ADECUADO ES EL N.º 4 AWG PUES CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

- PROTECCION CONTRA SOBRECARGA.

14

$$I_{psc} = 1.25 I_{upe} = 1.25 (51.2) = 64 \text{ Amp.}$$

SI EL VALOR DE LA PROTECCION ES INSUFICIENTE PARA EL ARRANQUE DEL MOTOR O NO CORRESPONDE A UN TAMAÑO NORMALIZADO, PUEDE USARSE EL INMEDIATO SUPERIOR SIEMPRE QUE NO EXCEDA DEL 140 % I_{upe} .

$$I_{psc} \leq 1.40 I_{upe}$$
$$= 1.40 (51.2) = 71.7 \text{ Amp.}$$

- TAMAÑO DEL ARRANCADOR.

SEGUN TABLA ANEXA, TAMAÑO DE ARRANCADOR REQUERIDO = 3 NEMA

CAPACIDAD POR TAMAÑOS DE ARRANCADORES MAGNETICOS

No. POLOS	TAMAÑO	1Ø, 127V	2Ø, 220V	No. POLOS	3Ø, 220V	3Ø, 440V
2 POLOS	00	$\frac{1}{3}$	1	3 y 4 POLOS	$1\frac{1}{2}$	2
	0	1	2		3	5
	1	2	3		$7\frac{1}{2}$	10
	2	3	$7\frac{1}{2}$		15	25
	3	$7\frac{1}{2}$	15		30	50
	4	.	.		50	100
	5	.	.		100	200
	6	.	.		200	400
	7	.	.		300	600

— PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO

SUPONIENDO UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO, NO DEBE EXCEDER DEL 400 % DE LA I_{NRC} SEGUN NTIE 403.35

$$V_{\text{PROT.}} \leq 400\% I_{NRC} = 4(51.2) = 204.8$$

PUEDEN ESCOGERSE LAS PROTECCIONES DE :

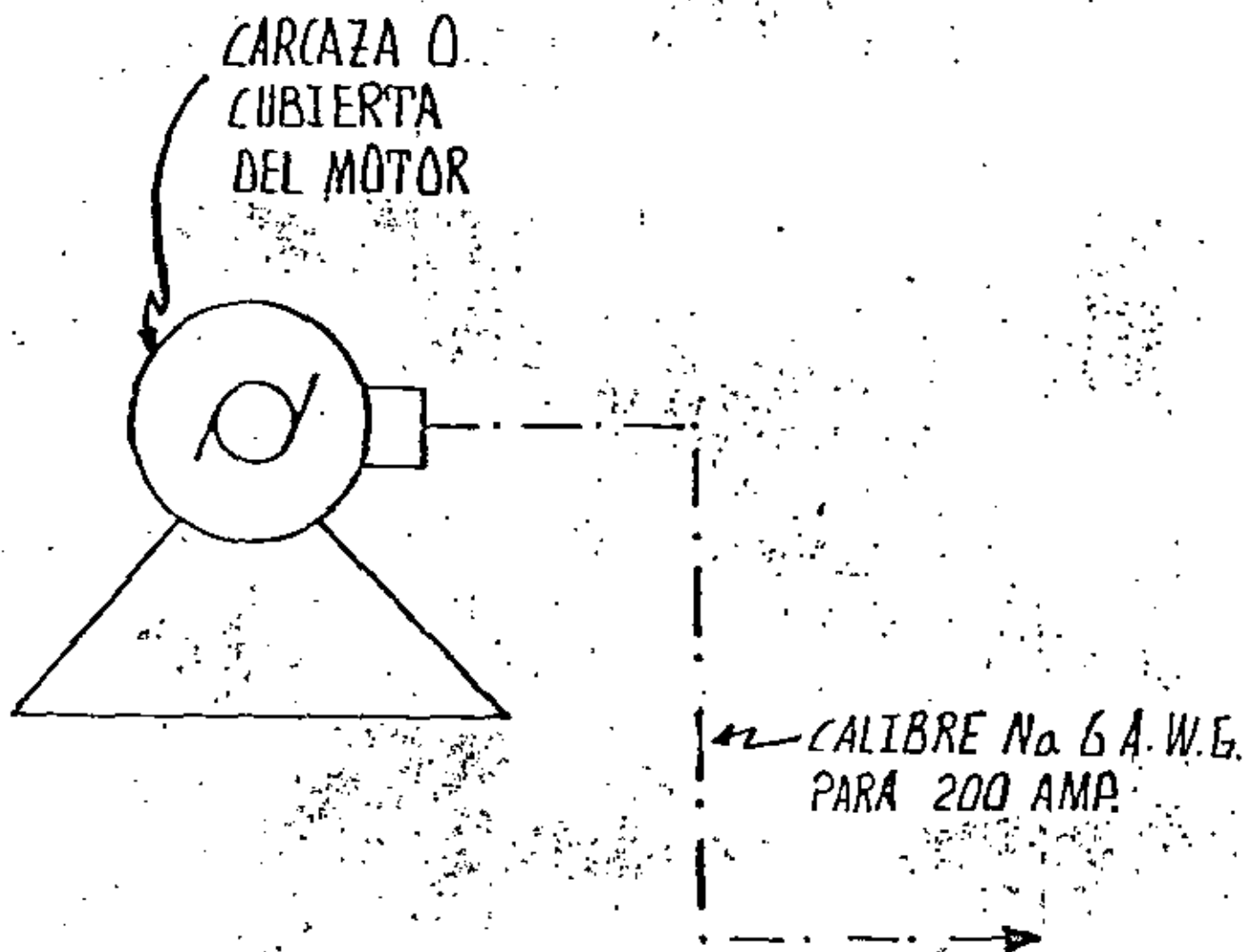
3 x 150 AMP

3 x 175 AMP

3 x 200 AMP

PUESTA A TIERRA DEL MOTOR

17



AL ELECTRODO NATURAL O ARTIFICIAL LOCALIZADO EN LA ENTRADA DE SERVICIO SEGUN N°IE 206.58

	F A	S E S	18
	A (W)	B (W)	L (W)
TAB A	4250	3950	3800
TAB B	5350	5100	5200
TAB L	3800	4250	3950
TAB D	5200	5350	5100
TAB E	3950	3800	4250
TAB F	3200	3100	3150
TAB S	7500	7600	7800
	33250	33150	33250

$$\text{DESBALANCED} = \frac{F_M - F_m}{F_M} \times 100 = 0.3\%$$

ALIMENTADORES.

19

CALCULO DE LOS CONDUCTORES

CARGA TOTAL 99 650 W. 3Ø, 4 HILOS

ESTIMACION DE LA DEMANDA MAXIMA

• FACTOR DE DEMANDA 70% EXCESO SOBRE 20 000 W.

$$99\ 650 - 20\ 000 = 79\ 650 \times .70 = 55\ 755 + 20\ 000 = 75\ 755\ W.$$

_ POR CAPACIDAD DE CONDUCCION:

F.P. = 0.85

$$I_N = \frac{CARGA (W)}{\sqrt{3} V_L F.P.} = \frac{75\ 755}{\sqrt{3} \times 220 \times .85} = 233.9\ AMP.$$

CONDUCTOR NECESARIO 250 M.C.M. (THW) 75°C.

FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA Y AGRUPAMIENTO = 1

AMPACIDAD DEL CONDUCTOR 255 AMP.

- POR CAIDA DE TENSION:

$$e\% = 2 ; L = 30 M.$$

$$S = \frac{2LI}{e\% \times 127 \times 2} = \frac{2 \times 30 \times 233.9}{127 \times 2} = 55.25 \text{ MM}^2$$

QUE CORRESPONDE A UN CALIBRE 2/0.

CONCLUSION: EL CONDUCTOR ADECUADO ES EL DE 250 M.C.M., CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

CALCULO DEL CONDUCTOR NEUTRO.

DEBE SOPORTAR LA CORRIENTE MAXIMA DE DESBALANCEO, IGUAL A LA CORRIENTE DE LA FASE MAS CARGADA.

$$I_N = 233.9 \text{ AMP}$$

CONDUCTOR 250 M.C.M. (THW) 75%

CALCULO DE LA PROTECCION ELECTRICAS

21

1er CRITERIO: Edificios

V_{PROT} DEL MOTOR MAYOR + I DEMAS MOTORES Y CARGA.

$$V = 175 + (233.9 - 51.2) = 357.7 \text{ AMP.}$$

(I_{base} - I_{mot mayor})

INGENIERO ELECTRICO SANCHEZ CEBALLOS

VALOR ADECUADO 3X300 ó 3X350 AMP.

2o. CRITERIO:

ACORDE CON LA AMPACIDAD DE LOS CONDUCTORES -
Y NO MAYOR DEL 125% DE DICHA AMPACIDAD

$$V \leq 1.25 (\text{AMPACIDAD}) = 1.25 (255 \text{ AMP})$$

$$V \leq 318.8 \text{ AMP.}$$

VALOR ADECUADO 3X300 AMP.

CANALIZACION:

LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40% DEL AREA INTERIOR DE LA CANALIZACION

4 CONDUCTORES 250 M.C.M. 1258.4 MM²

1258.4 mm² 40%

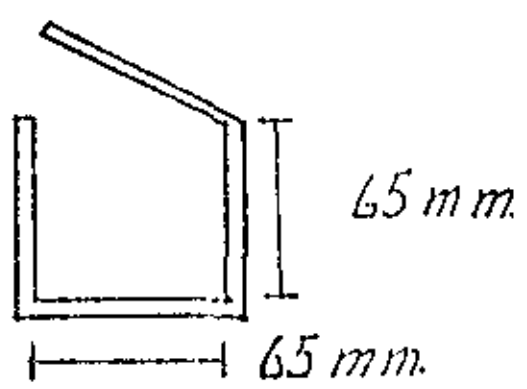
A 100%

A = 3146 mm²

CORRESPONDE A TUBO DE 76 mm Ø NOMINAL



o DUCTO CUADRADO DE 6.5 x 6.5 cm.



SUBESTACION

- CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR.

23

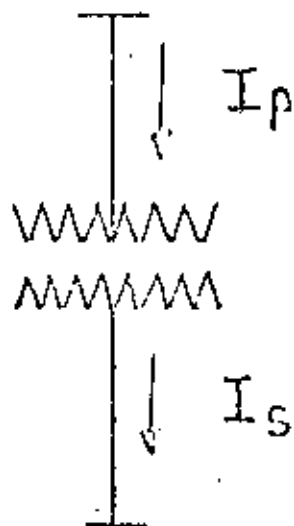
$$L = \frac{[\text{CARGA TOTAL CONECTADA} \times \text{F.D.}] + \text{RESERVA}}{\text{FACTOR DE POTENCIA ESPERADO}}$$

$$L = \frac{75\,755 \text{ WATTS} + 20\% \text{ RESERVA}}{0.85}$$

$$L = \frac{75.8 \text{ KW} + 15.2 \text{ KW}}{0.85} = 107.1 \text{ KVA}$$

SE SELECCIONA EL TRANSFORMADOR COMERCIAL INMEDIATO = 112.5 KVA.

CORRIENTES NOMINALES.



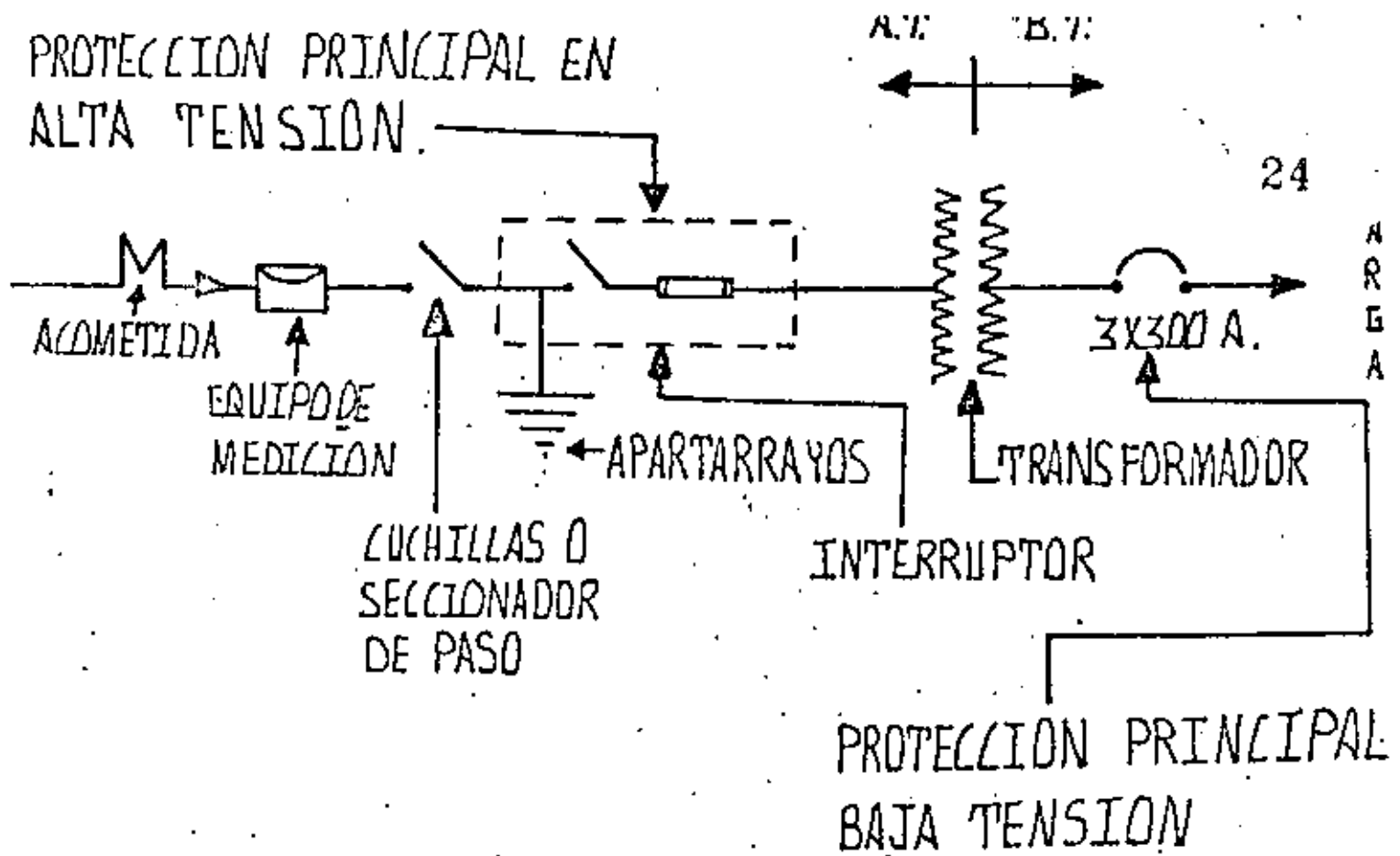
$$I_p = \frac{\text{KVA}_T}{\sqrt{3} \text{ KV}_p}$$

$$I_p = \frac{112.5}{\sqrt{3} \cdot 23} = 2.82 \text{ AMP}$$

$$I_s = \frac{\text{KVA}_T}{\sqrt{3} \text{ KV}_s}$$

$$I_s = \frac{112.5}{\sqrt{3} \cdot 0.22} = 295.2 \text{ AMP}$$

PROTECCION PRINCIPAL EN ALTA TENSION.



$$V_{PROT} \leq 200\% \cdot I_p \text{ (TRANSFORMADOR).}$$

$$V_{PROT} \leq 2(2.82) = 5.64 \text{ AMP.}$$

— PUEDE SELECCIONARSE EL FUSIBLE DE 3 AMP Ó EL DE 5 AMP. NOMINALES;

— PARA SUBESTACIONES COMPACTAS DEBE SER DEL TIPO DE NO-EXPULSION.

— DEBE TENER UNA CAPACIDAD INTERRUPTIVA \geq A LA POTENCIA DE CORTO CIRCUITO DEL SUMINISTRADOR. NORMALMENTE DE 700, 800 O 1000 MVA SIMÉTRICOS EN EL SISTEMA DE CL Y FC

EL PROYECTO ELECTRICO.

25

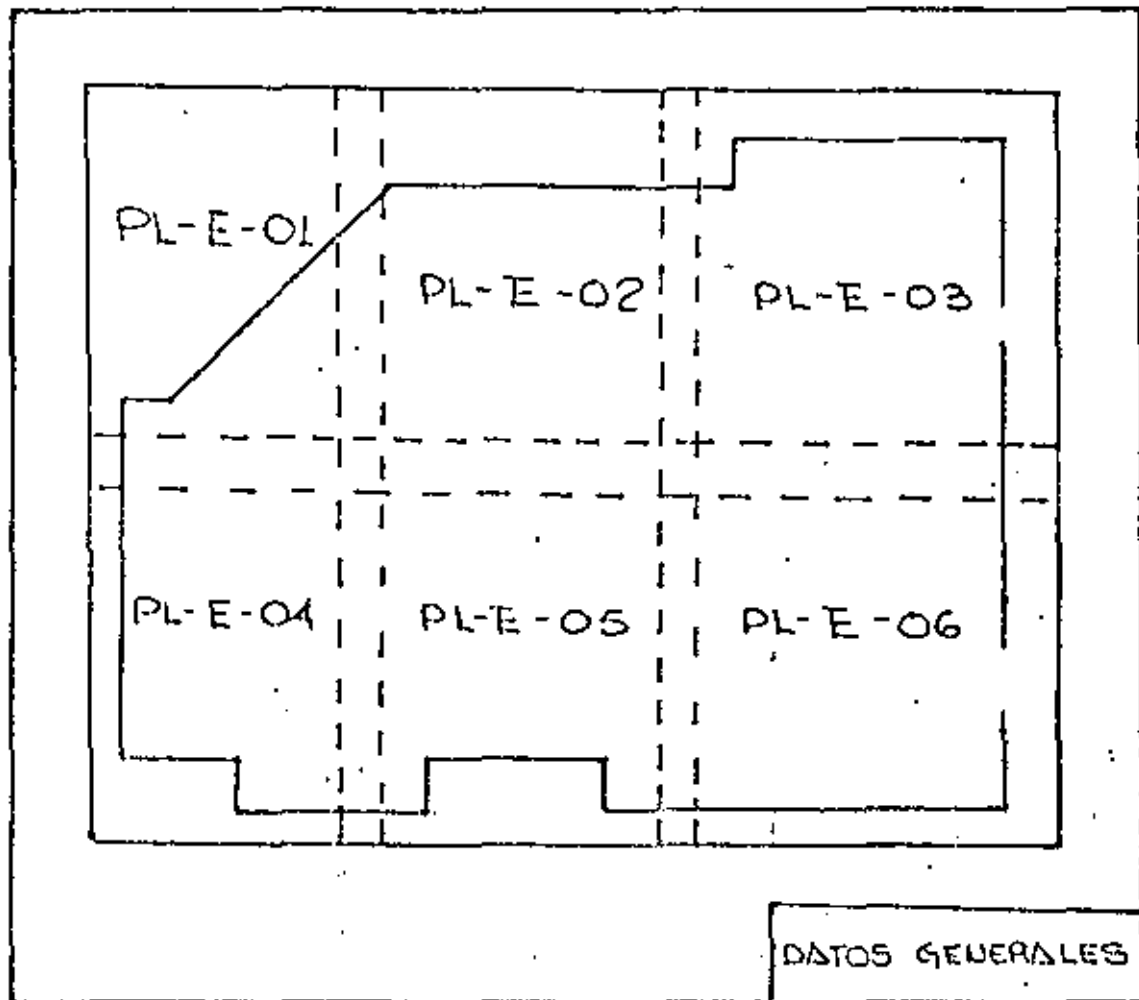
- IMPORTANCIA.
- DISCUSION DE CRITERIOS.
- ANALISIS Y ESTUDIOS DE CARGAS.
- CALCULOS.
 - ILUMINACION.
 - ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS.
 - TABLEROS Y PROTECCIONES.
 - SISTEMAS DE TIERRAS.
 - CAPACIDADES INTERRUPTIVAS.

- PLANOS
- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y, EQUIPOS, Y DE CONSTRUCCION.
- INTERVENCION DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO.

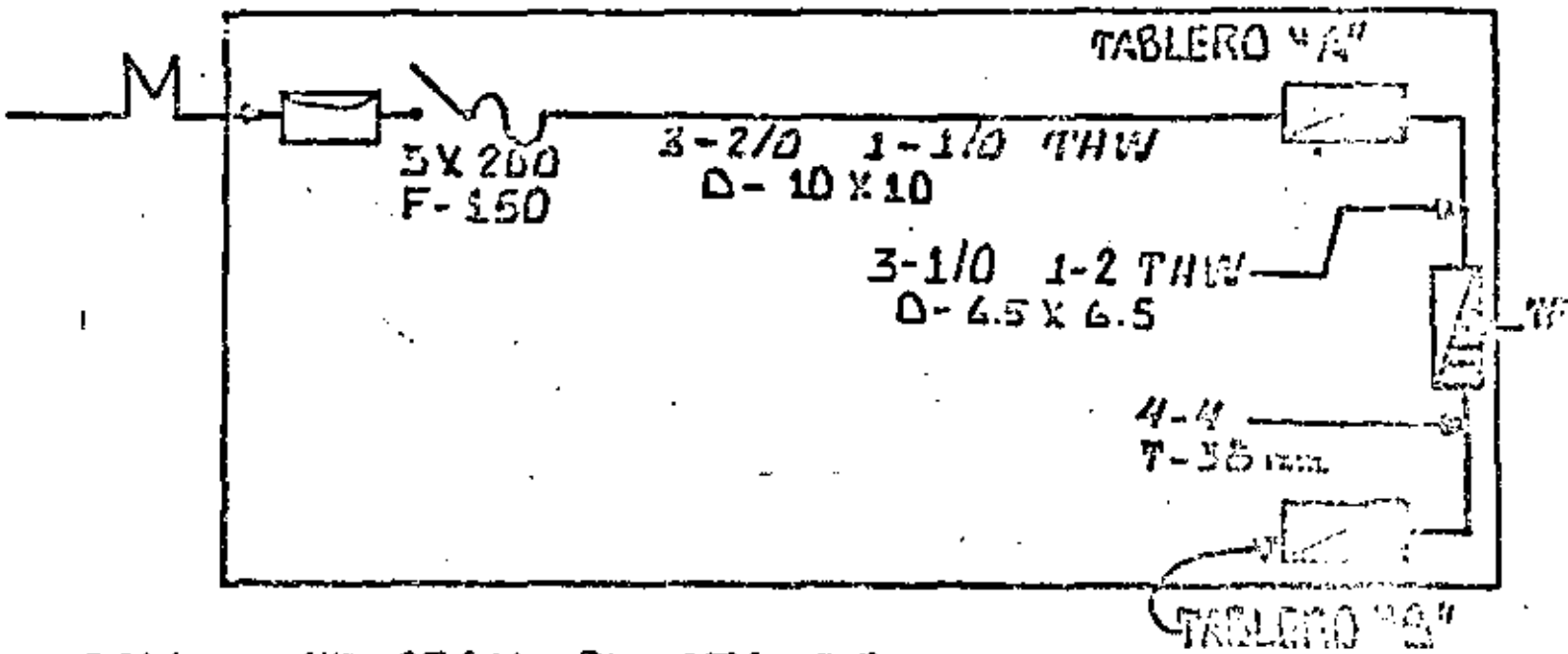
GENERALES.

28.

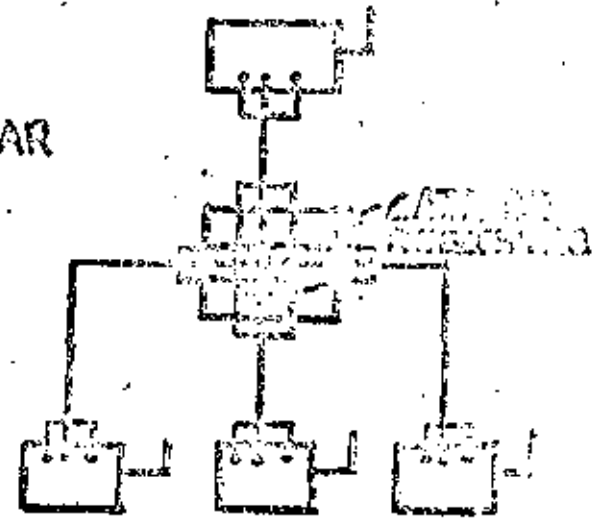
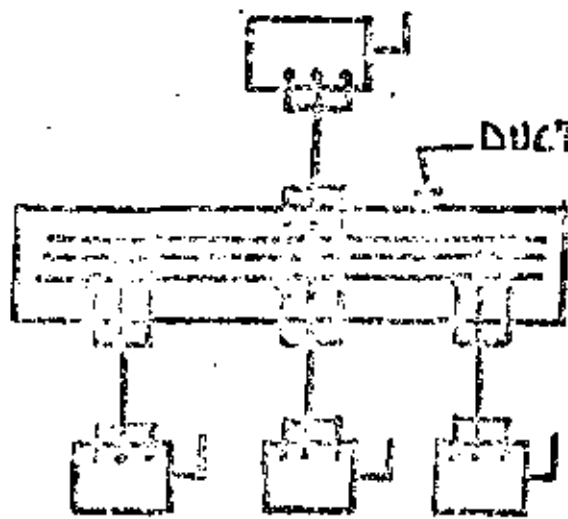
PLANO DE CONJUNTO DE LA INSTALACION DE REFERENCIA.



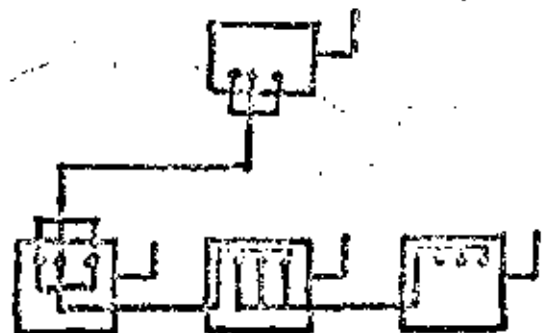
- CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE PROTECCIONES.
- ESCALAS DE DIBUJO EMPLEADAS.
(INCLUIRLAS EN CADA PLANO Y EN CADA UNO DE LOS DETALLES DE MONTAJE).



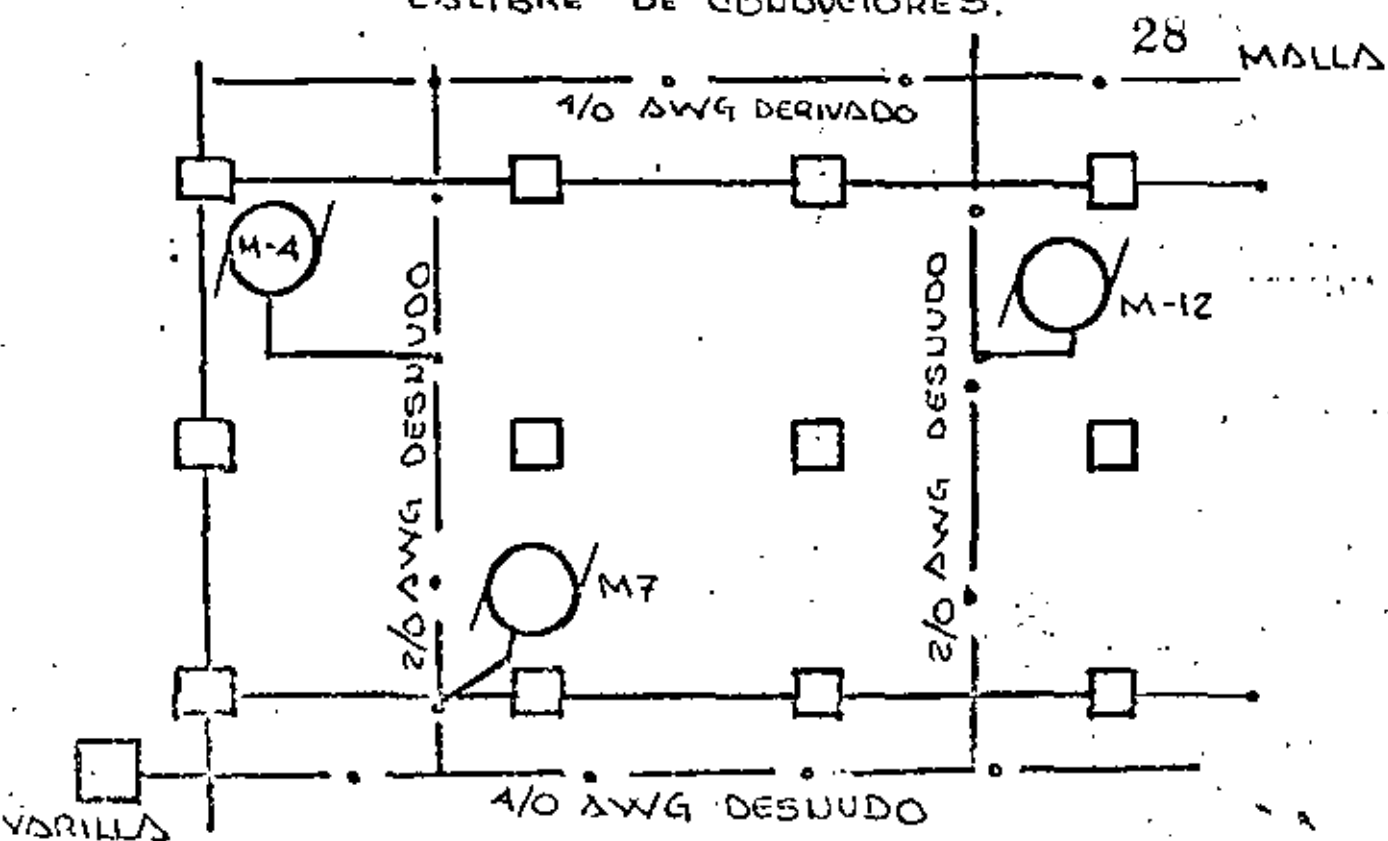
REPRESENTACION EXACTA DE
 CONCENTRACION DE INTERRUPTORES



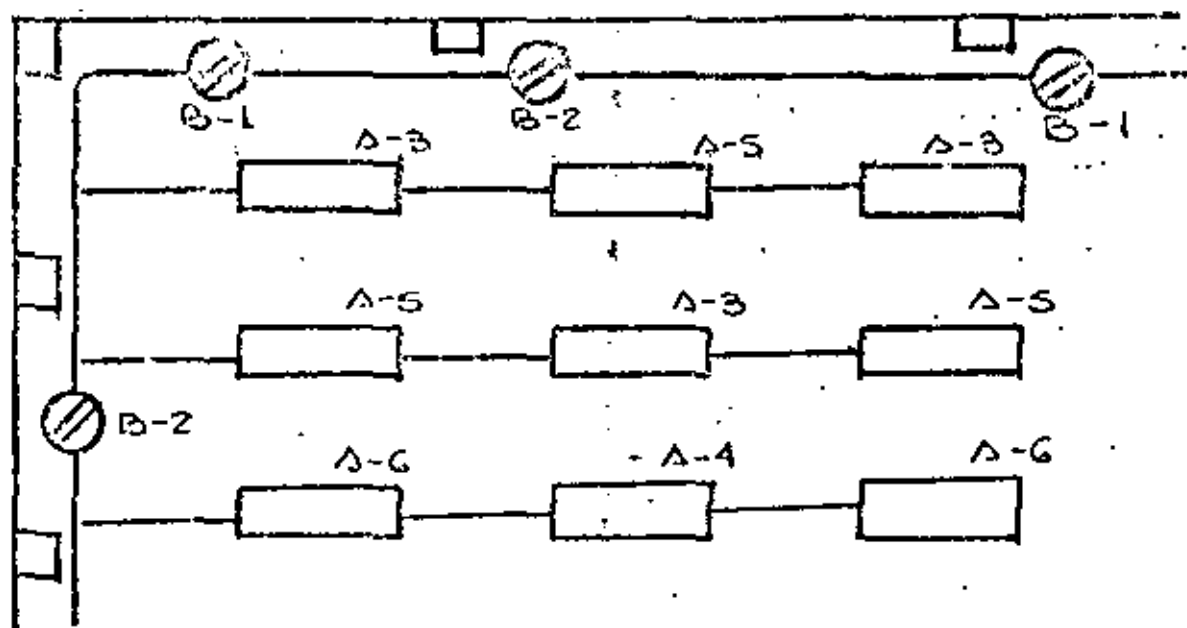
INDICAR CARACTERISTICAS
 DE CONDUCTORES, CAJAS
 O CANALIZACIONES EM-
 BUDAS Y CONECTORES
 O EMPALMES.



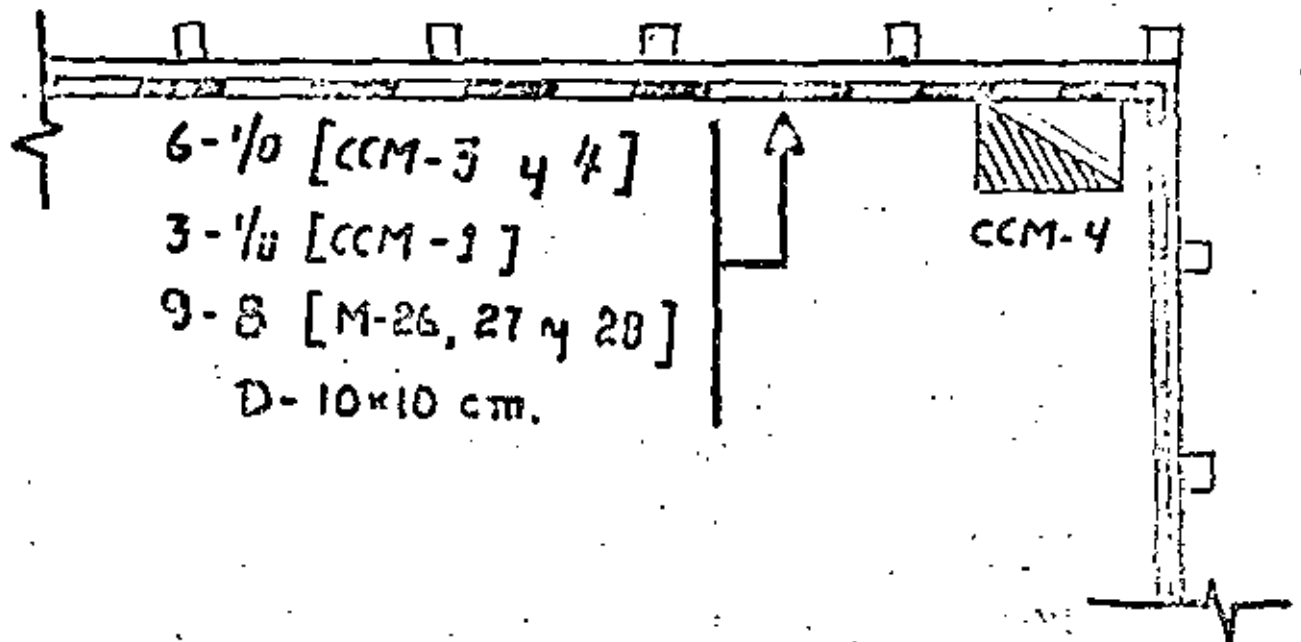
- LOCALIZACION Y DISPOSICION DEL SISTEMA DE TIERRAS.
CALIBRE DE CONDUCTORES.



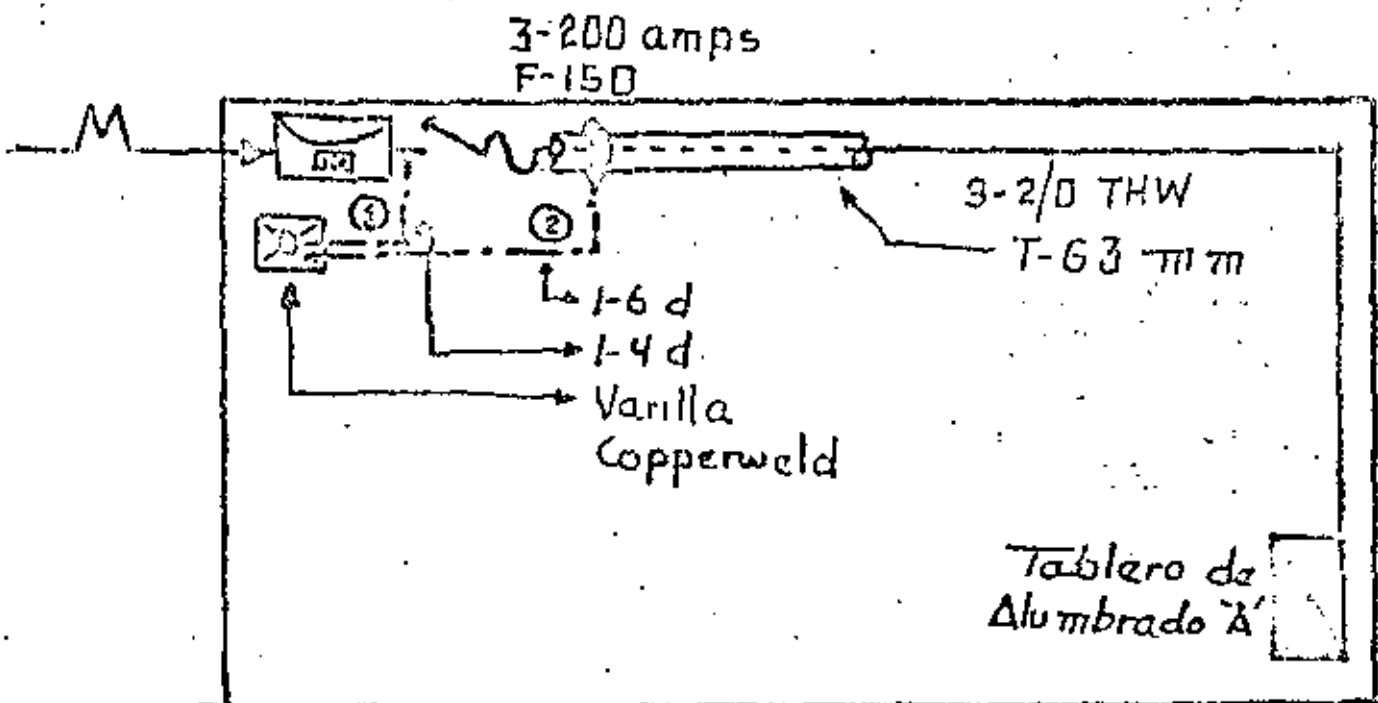
- IDENTIFICACION DE LUMINARIAS Y CONTACTOS.



ALUMBRADO PROCEDEnte DEL TABLERO A.
CONTACTOS PROCEDEntES DEL TABLERO B.

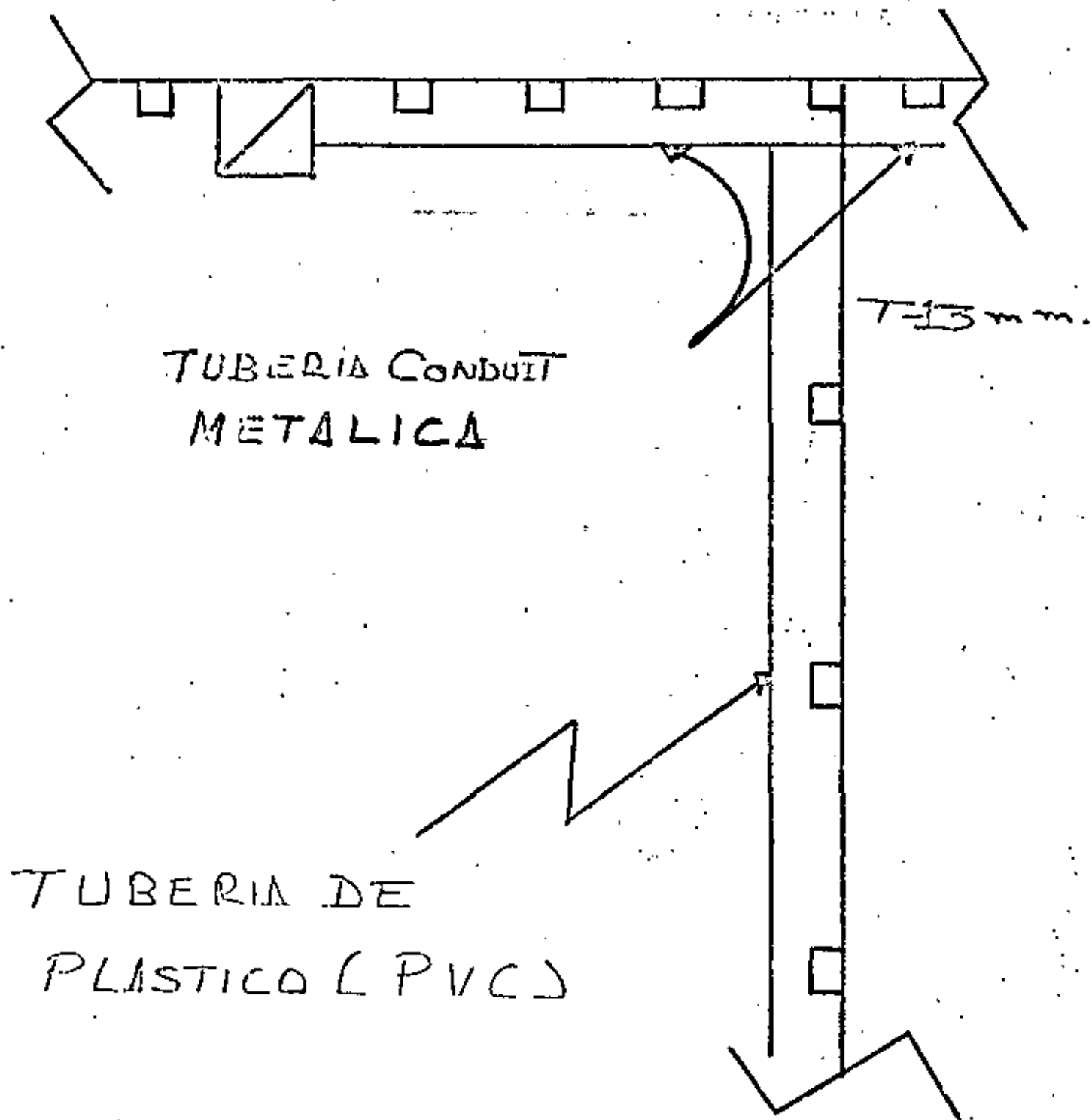


UBICACION DEL ELECTRODO Y LAS
CONEXIONES A TIERRA

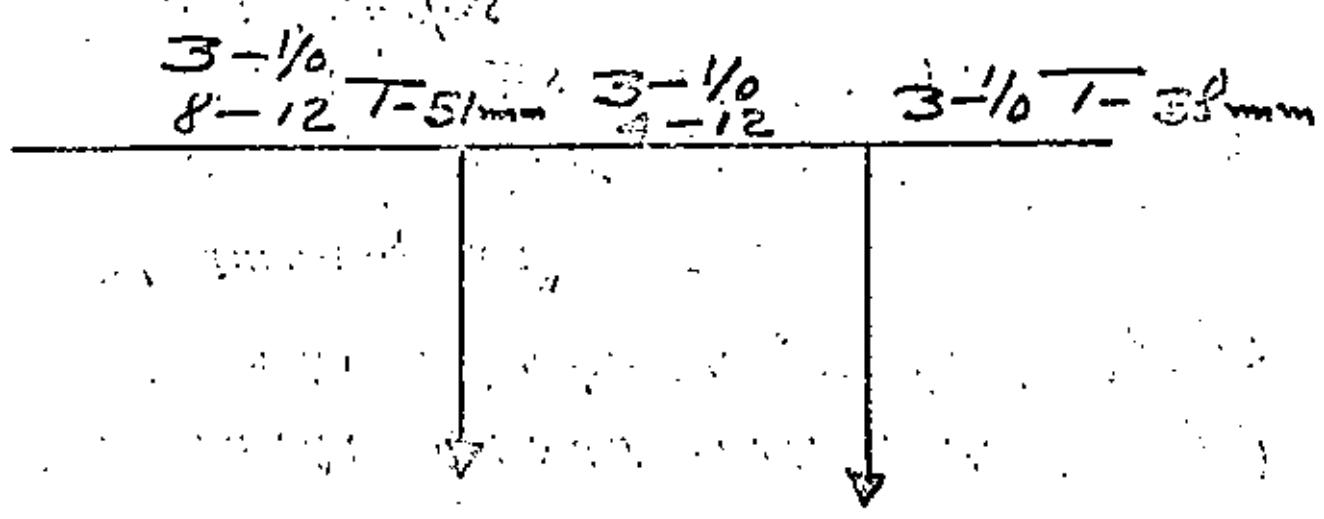


① CONEXION A TIERRA DEL SISTEMA

② PUESTA A TIERRA DE CANALIZACIONES METALICAS, TABLEROS, CARCAZAS Y CUBIERTAS DE EQUIPO ELECTRICI

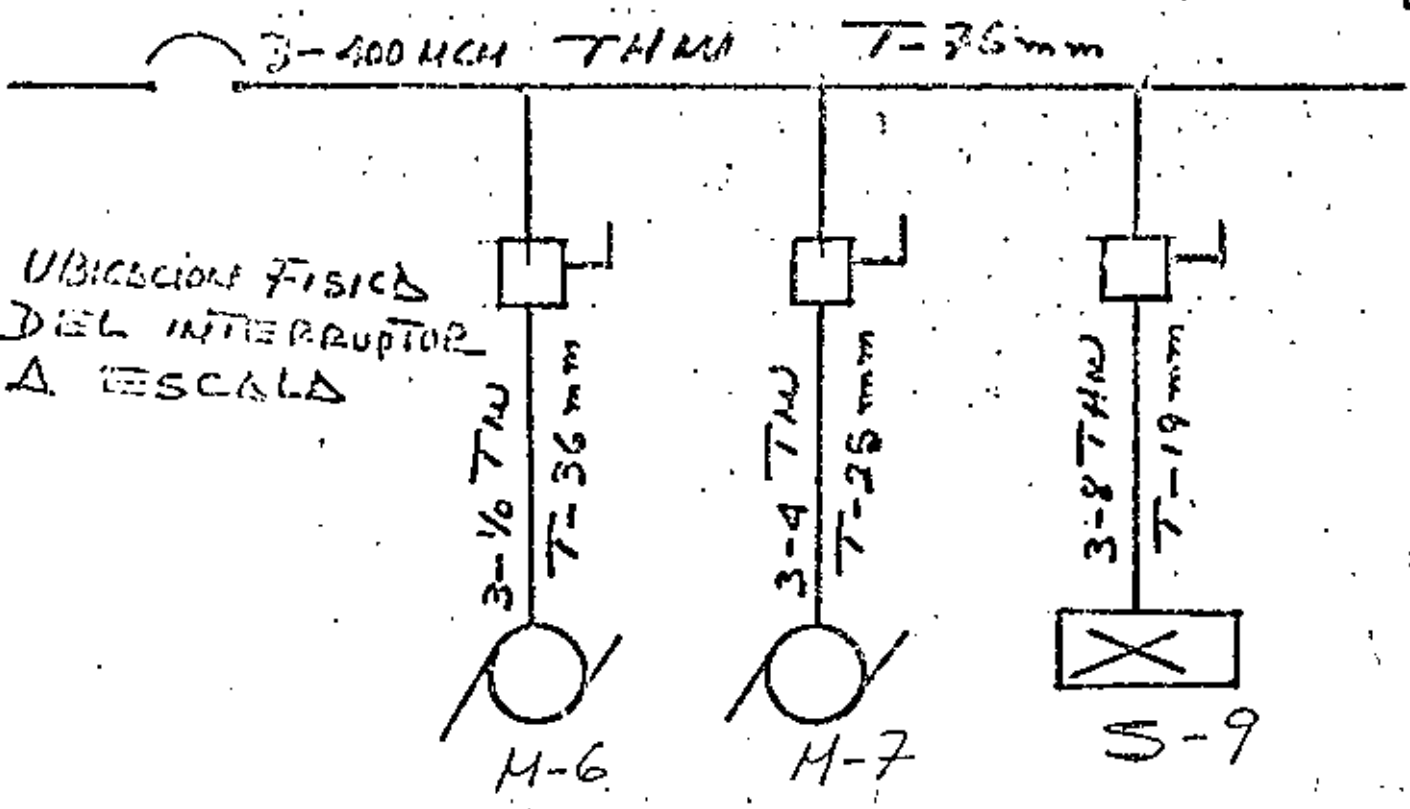
TIPO DE CANALIZACION EMPLEADA

NUMERO Y CALIBRE DE CONDUCTORES EN CADA TRAMO DE CANALIZACION.



LOCALIZACION DE INTERRUPTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS.

ALIMENTADOR CON CABLES DISTRIBUIDOS



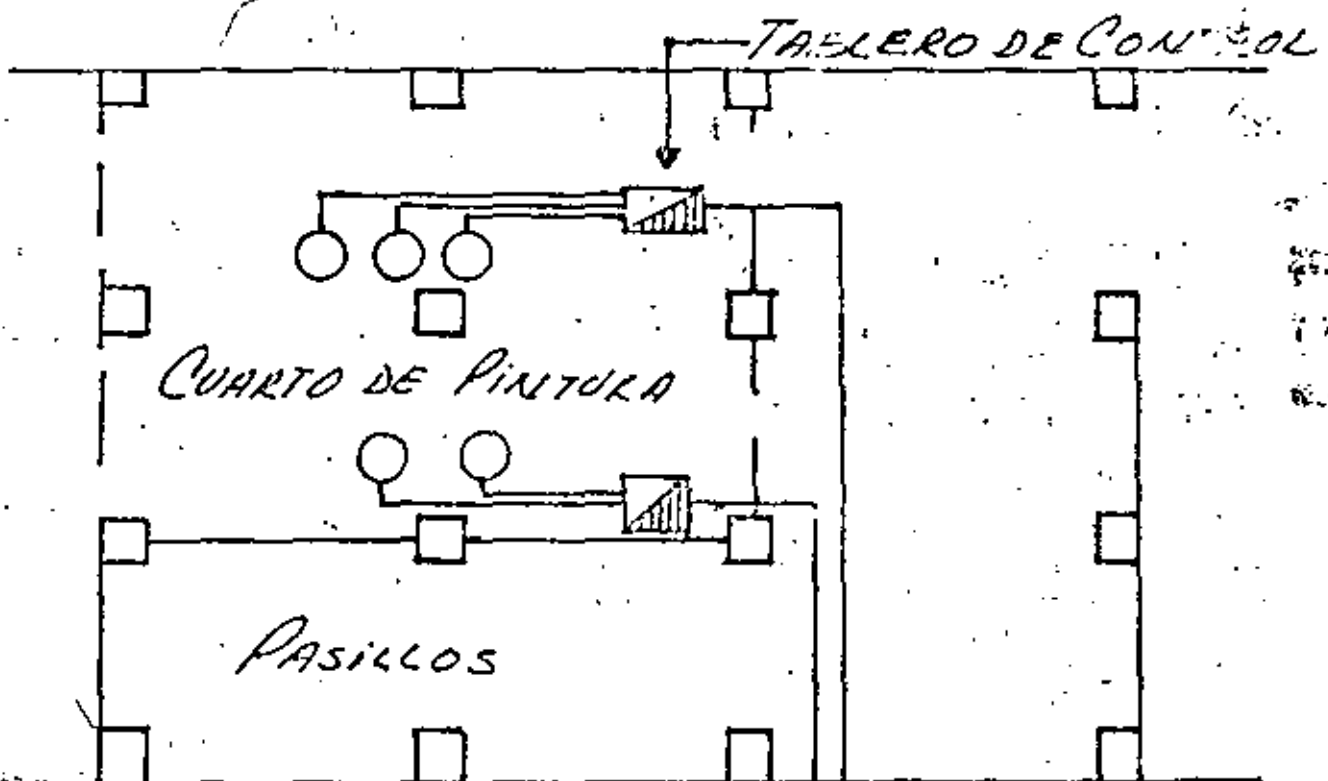
TIPO DE AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES
ESPECIFICAR LUGAR DE EMPLEO

— CUADRO DE MATERIALES —

CONDUCTORES	THW, TW, VINANE-900
-------------	---------------------

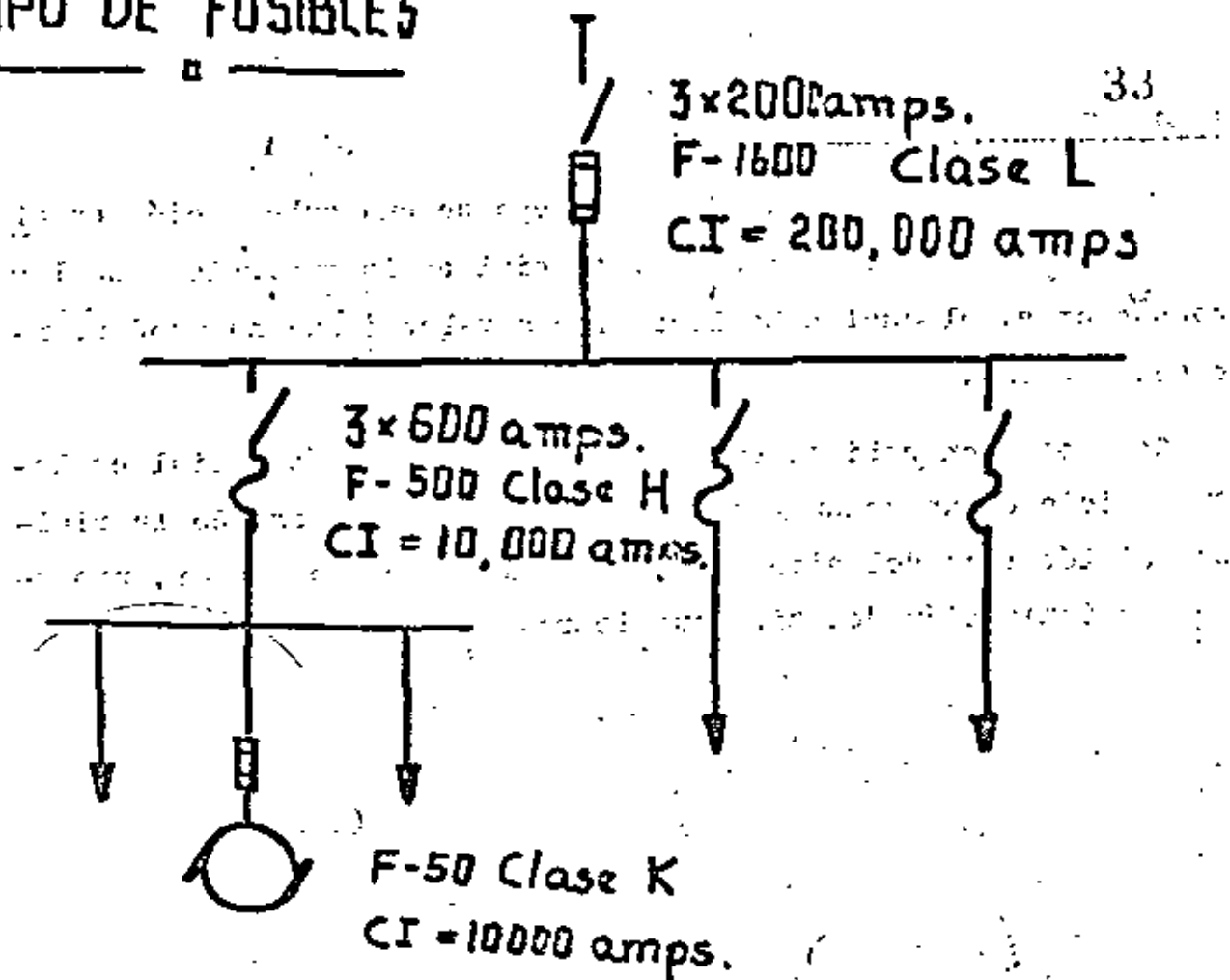
¿EN QUÉ PARTES SE UTILIZÓ CADA UNO?

DELIMITACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS



LÍNEA PUNTEADA DELIMITA ÁREA
CON AMBIENTE PELIGROSO.

TIPO DE FUSIBLES



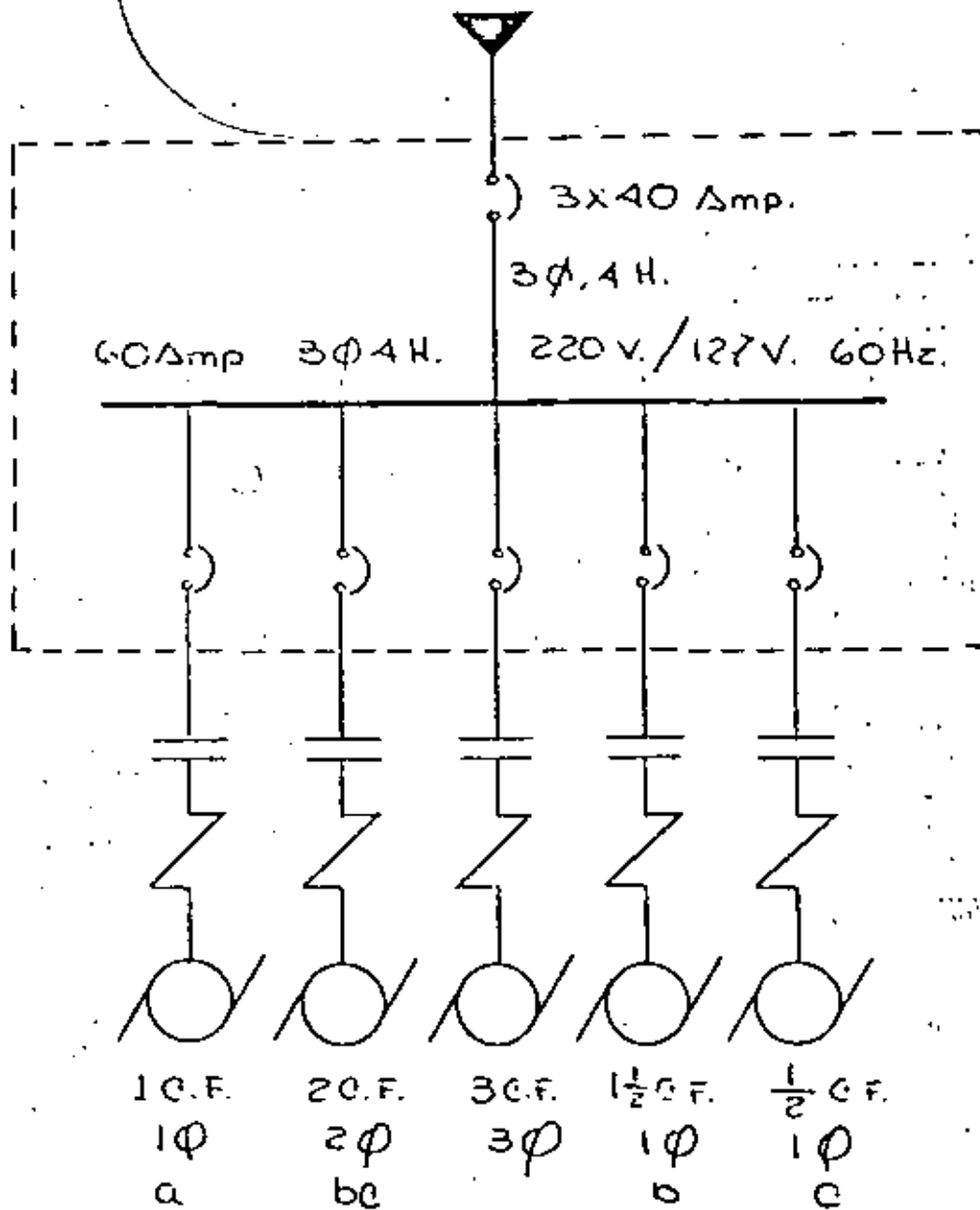
- Clase L - Fusibles limitadores de Corriente
- Clase H - Fusibles Convencionales
- Clase K - Fusibles con Retardo de tiempo

INCLUIR REGIMEN DE TRABAJO Y TIPO DE SERVICIO DE MOTORES

IDENTIFICACION	APLICACION	TIPO DE SERVICIO	REGIMEN DE CARGA
M-7	COMPRESOR	INTERMITENTE	15 min
M-19	BOMBA	VARIABLE	60 min
M-62	VALVULAS	CORTO TIEMPO	5 min

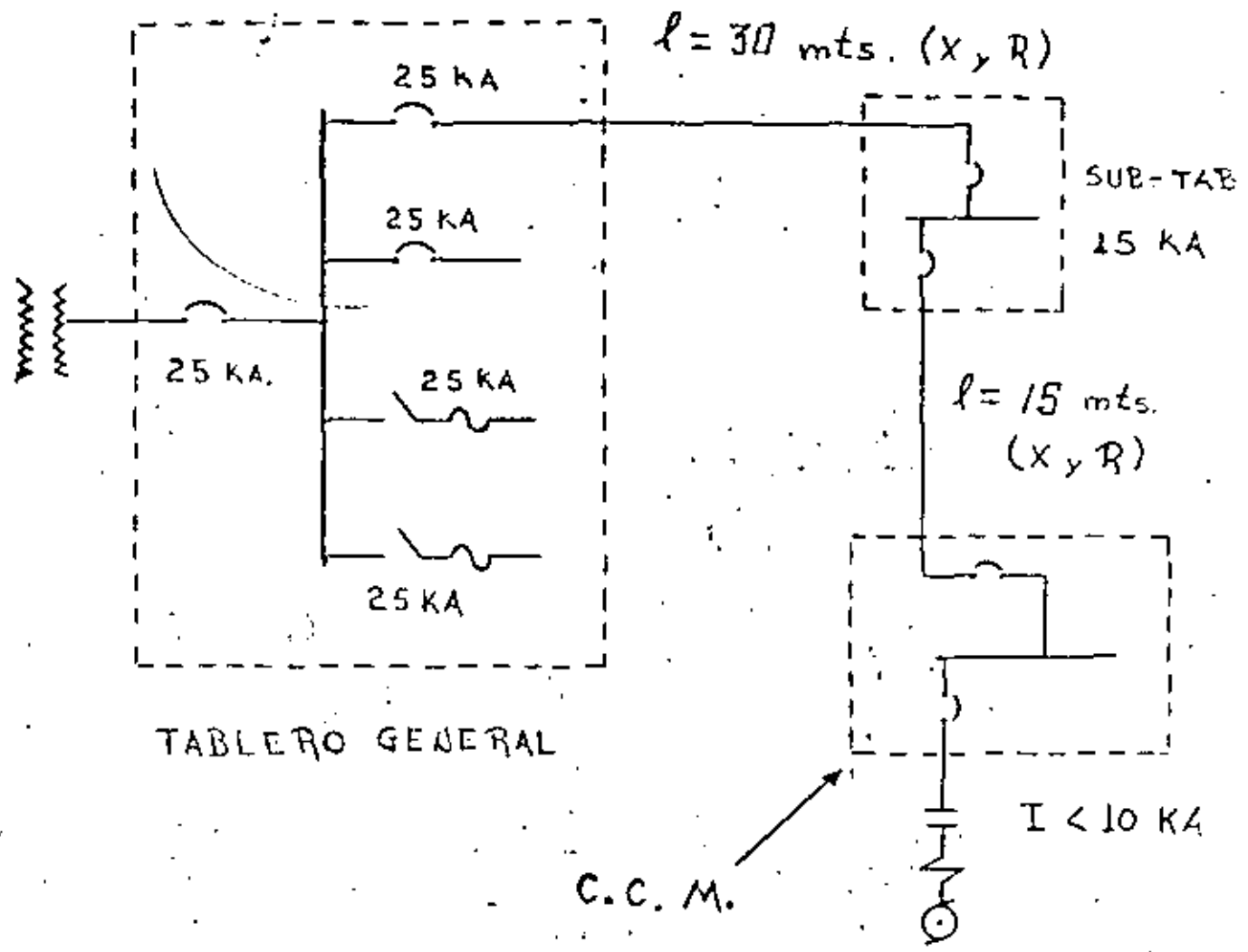
DEBEN DEFINIRSE A QUE FASE ESTÁN CONECTADOS
LAS CARGAS BIFASICAS O MONOFASICAS.

EJEMPLO :



OBJETIVOS :

- DIMENSIONAR ADECUADAMENTE EL NEUTRO.
- FACILITAR EL BALANCEO.



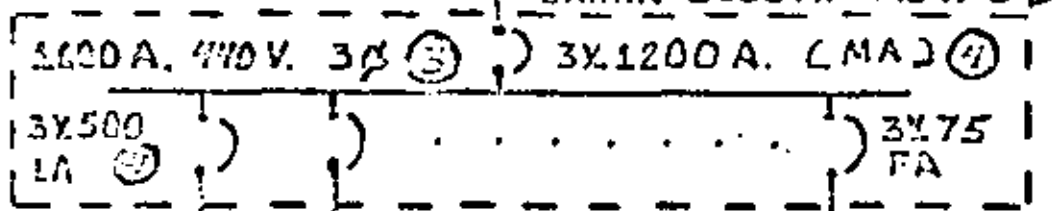
CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE LAS DIFERENTES PROTECCIONES

LEYENDA UNIFILAR DE ALTA TENSION

800 KVA OA
 $Z = 0.5\%$
 440 / 254 V.

②
 6m.

TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION ⑤



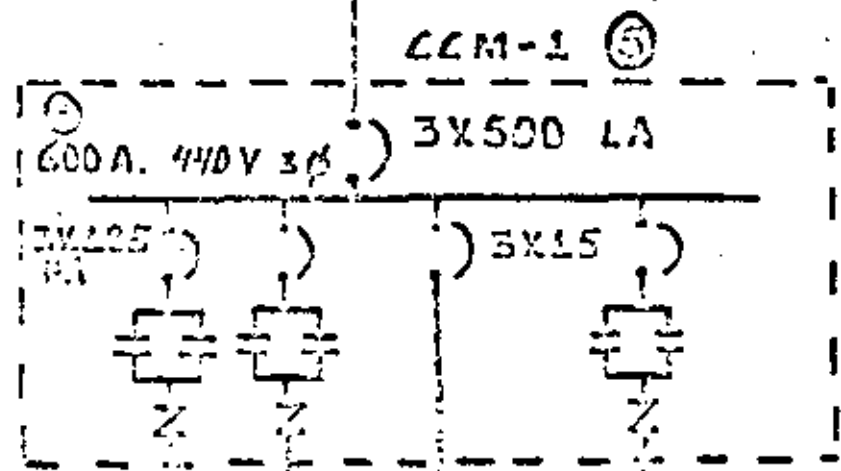
ALIM - 1 ③

ALIM - 2 ⑥

ALIM - 12

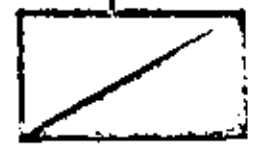
- ① 6-300 MCM THW
 1-750 MCM N
- ③ CAROLA - 40 CMS.

- ⑦ 4-2 THW
- ⑧ T-51mm.

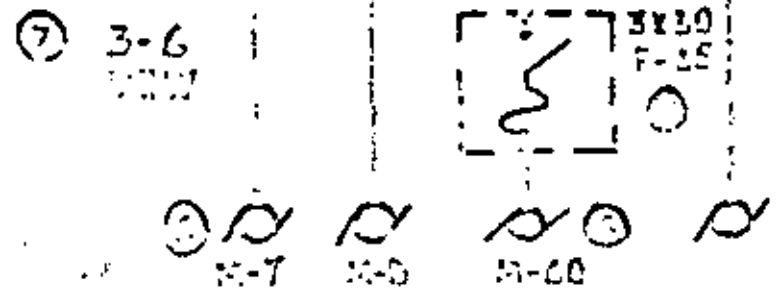


②
 45 KVA
 $Z = 3\%$
 220 / 127 V.

- ⑦ 4-2/0 THW
- ⑧ D-6.5x6.5



TABLERO DE ALUMBRADO "A"
 ⑤



MEMORIAS DE CALCULO

DEBEN INCLUIR:

37

- CALCULO DE CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS.
- CALCULO DE CONDUCTORES DE CIRCUITOS PARA MOTORES.
- CALCULO DE CONDUCTORES PARA ALIMENTADORES.
- CALCULO DE CAIDAS DE TENSION EN LA INSTALACION
- CALCULO DE PROTECCIONES
 - CONTRA SOBRECARGA EN MOTORES.
 - CONTRA SOBRECORRIENTE EN CIRCUITOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS
 - CONTRA CORTO CIRCUITO EN ALIMENTADORES

MEMORIAS DE CALCULO

CONTINUACION

38

- CALCULO DE CORTO CIRCUITO
 - EN EL TABLERO GENERAL.
 - EN LOS TABLEROS DERIVADOS.
 - EN MOTORES O APARATOS CERCANOS (< 15 mts) DE LA SUBESTACION

- CONSIDERACIONES PARA LA SELECCION DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE TIERRAS. CALCULO DE LA RED.

- CALCULO DE BANCOS DE CAPACITORES.

- CALCULOS PARA APARATOS O EQUIPOS ESPECIALES.

MEMORIA DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y DE CONSTRUCCION

39

DEBEN CONTENER ESPECIFICACIONES DE :

- LUMINARIOS, LAMPARAS, CONTACTOS Y APAGADORES
- MOTORES, TIPOS DE PROTECCIONES, ARRANCADORES Y OBSERVACIONES SOBRE EL CONTROL.
- CONDUCTORES Y SUS AISLAMIENTOS
- CANALIZACIONES. DIMENSIONES, TIPOS, MATERIALES Y RECUBRIMIENTOS.
- TABLEROS. TIPOS, MATERIALES Y CAPACIDAD
- CAJAS DE CONEXION, CHALUPAS, ETC.
- ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TIERRAS. TIPOS, MATERIALES Y DIMENSIONES
- METODOS Y PRACTICAS DE INSTALACION
- DESCRIPCION DE PRUEBAS PREVIAS A LA PUESTA EN SERVICIO.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: "INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS"

**EN COLABORACION CON EL INSTITUTO DE INGENIERIA
DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA.**

TEMA: SUBESTACIONES.

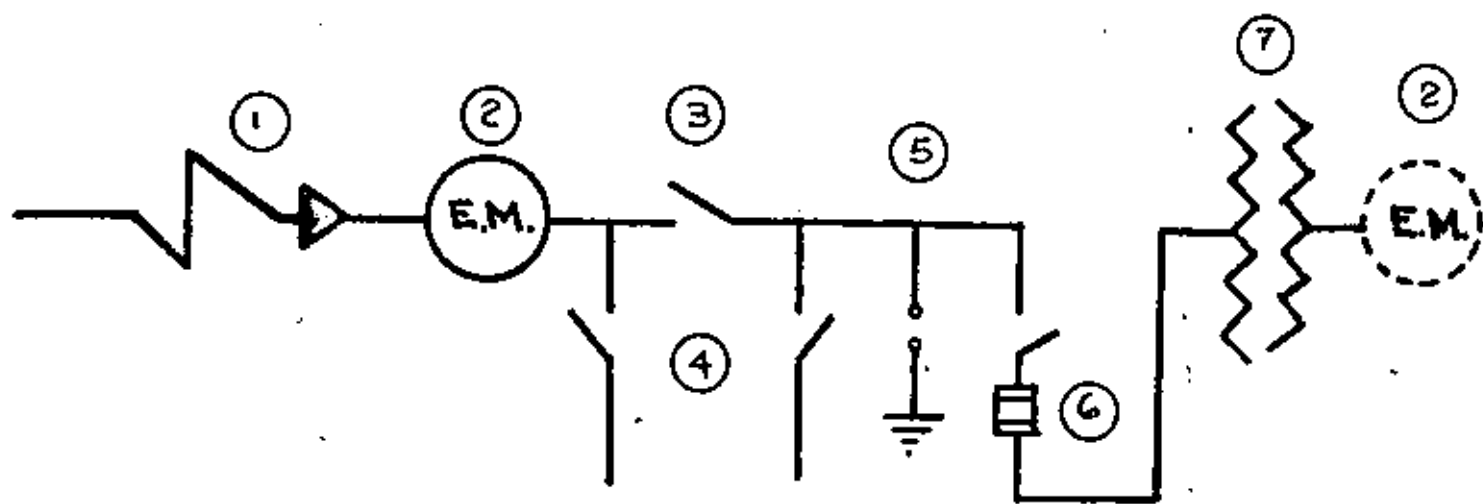
**ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS.
29-30 octubre 1982.**

SUBESTACIONES.

DEFINICION: Conjunto de equipos instalados en un solo lugar cuyo fin es modificar la energía eléctrica. (Tensión, Corriente, C.A.-C.D., Frecuencia, etc.).

FUNCION PRINCIPAL: Modificar la tensión.

EJEMPLO GENERAL.



① ACOMETIDA.

② EQUIPO DE MEDICION.

③ CUCHILLA DE PASO.

④ CUCHILLAS DE PRUEBA.

⑤ APARTARRAYOS.

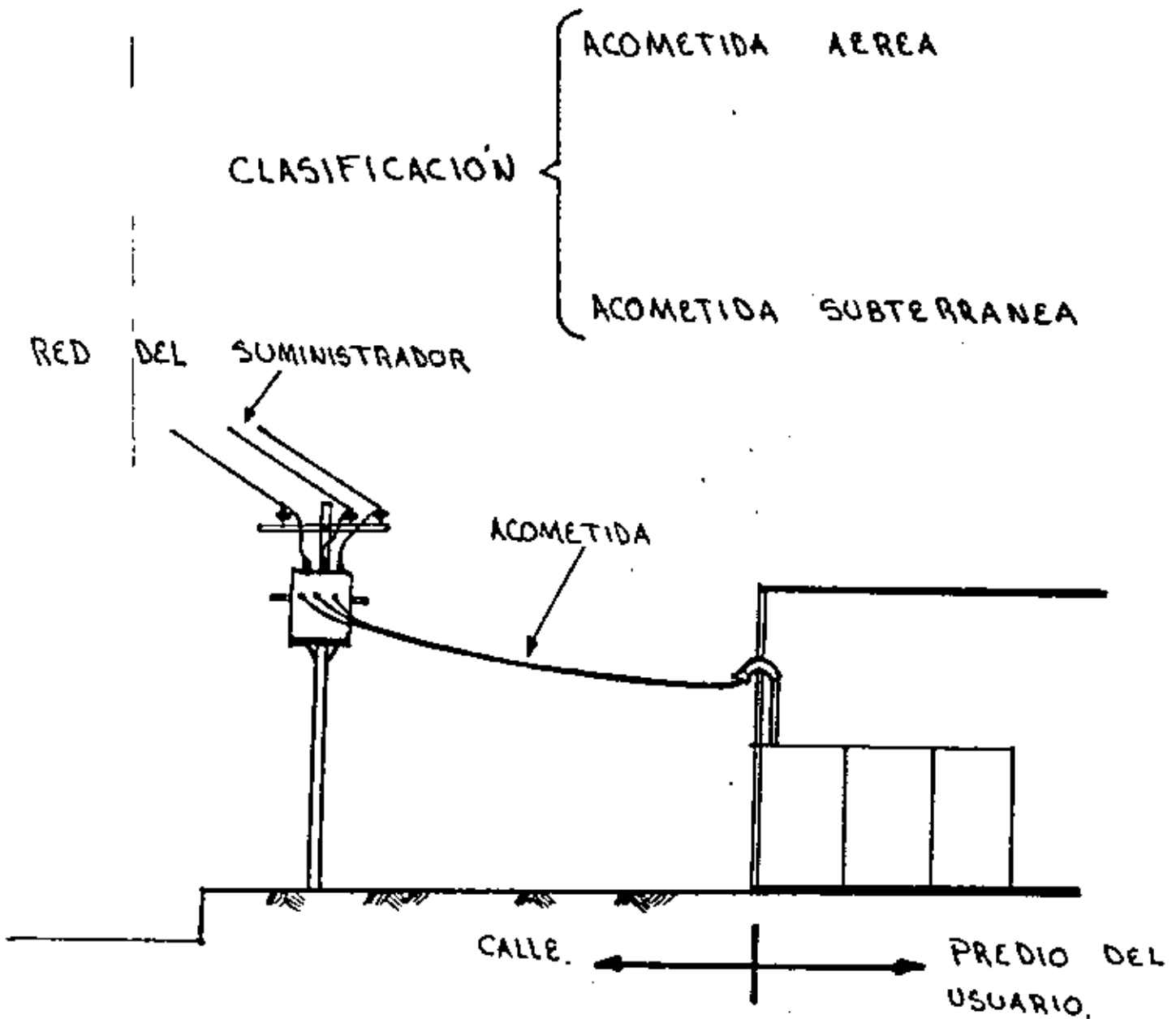
⑥ MEDIO DE DESCONEXION Y PROTECCION PRINCIPAL.

⑦ TRANSFORMADOR.

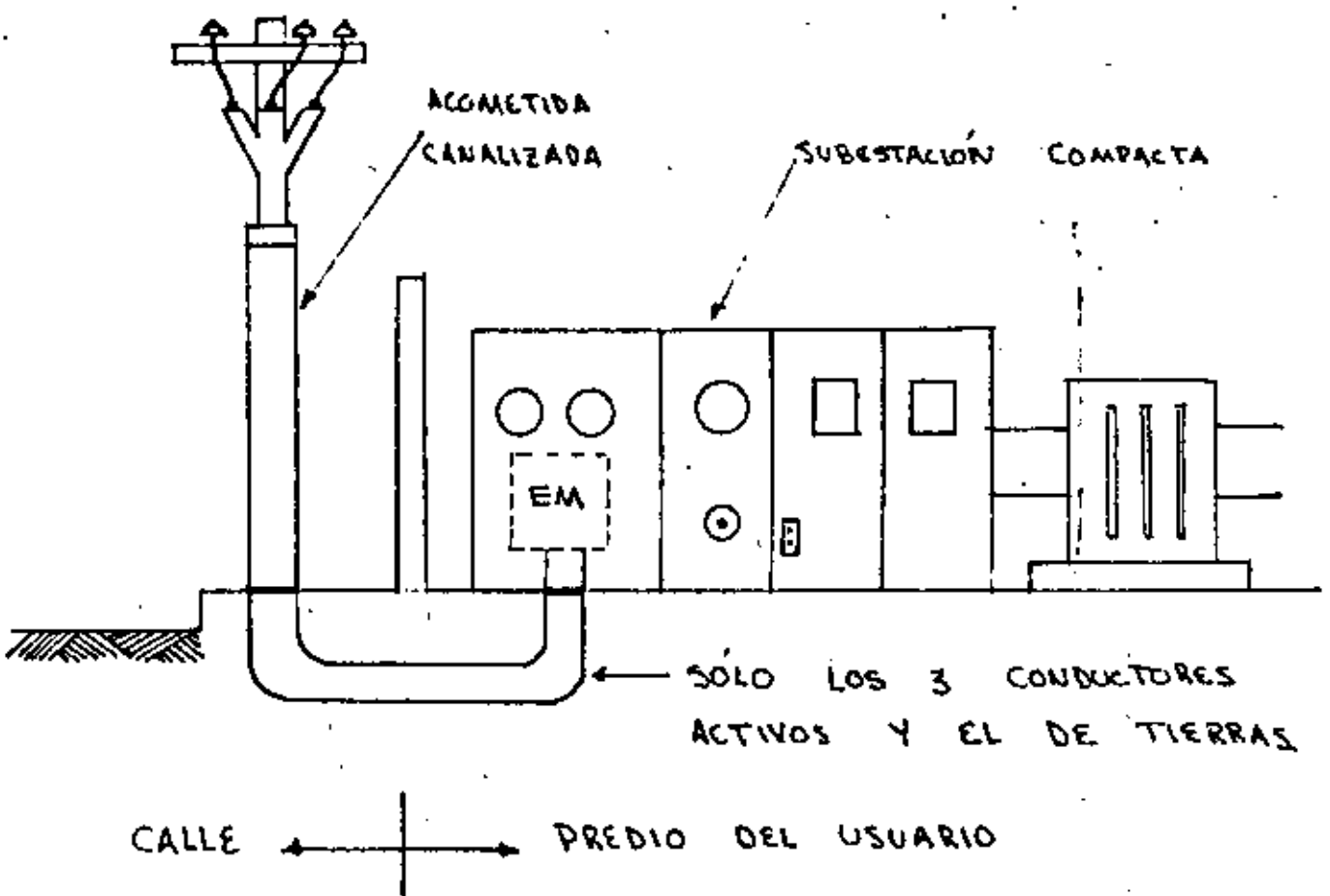
LAS SUBESTACIONES

① ACOMETIDA.—

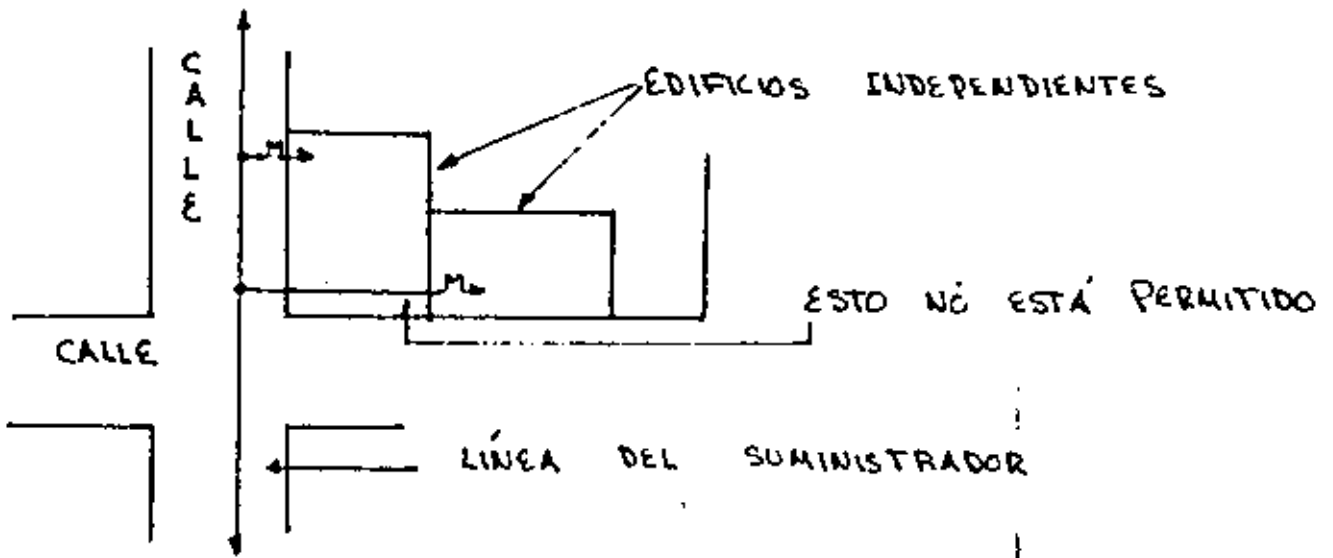
CONDUCTORES QUE LIGAN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL SUMINISTRADOR CON EL PUNTO DONDE SE CONECTA LA INSTALACIÓN DEL USUARIO.



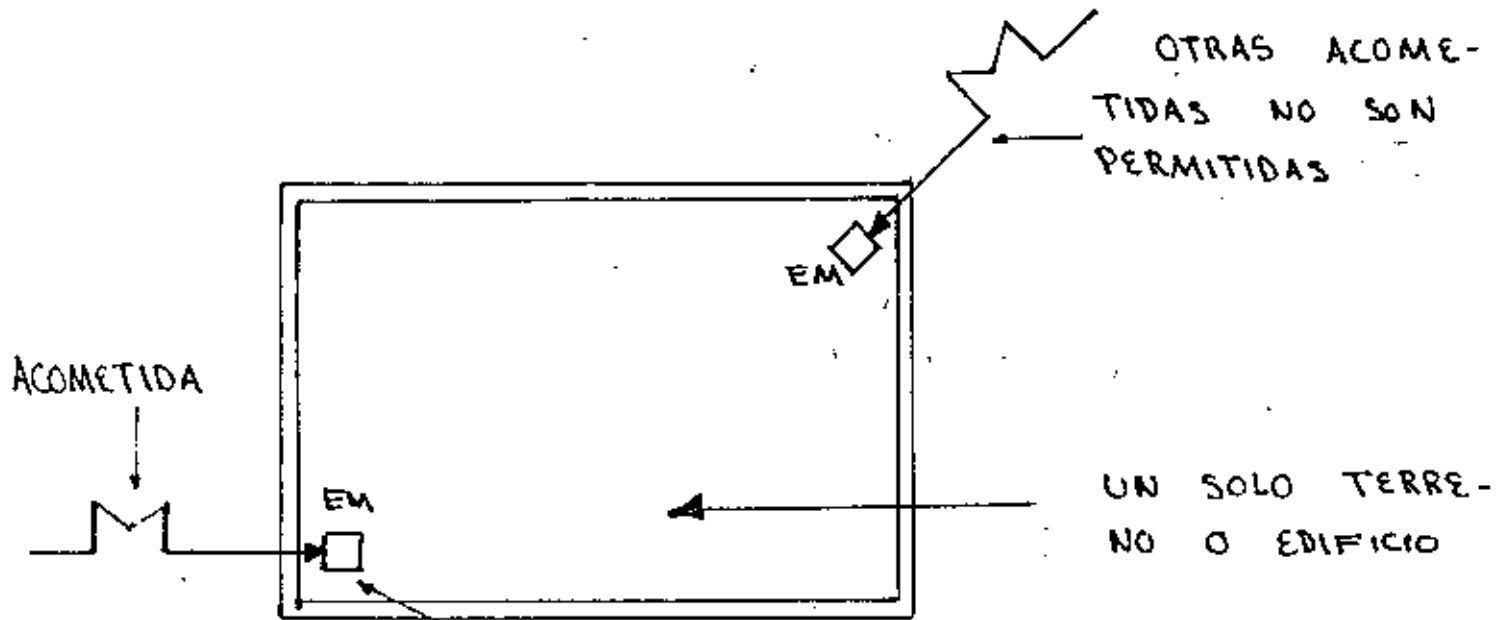
— SI LA ACOMETIDA ESTÁ CANALIZADA (TUBO, DUCTO, TRINCHERA, ETC) NO DEBE LLEVAR OTROS CONDUCTORES (EXCEPTO DE TIERRAS).



— LAS ACOMETIDAS NO DEBEN CRUZAR OTROS EDIFICIOS.



PARA UN INMUEBLE DEBE EXISTIR UNA SOLA ACOMETIDA. (ART. 201.2a).



TODAS LAS INSTALACIONES DEBEN ALIMENTARSE DESDE AQUI.

LOS CASOS ESPECIALES DEBEN AJUSTARSE A LO INDICADO POR:

- LA SEPAFIN.
- EL SUMINISTRADOR.

CON BASE EN: LA LEY DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

② EQUIPO DE MEDICION.

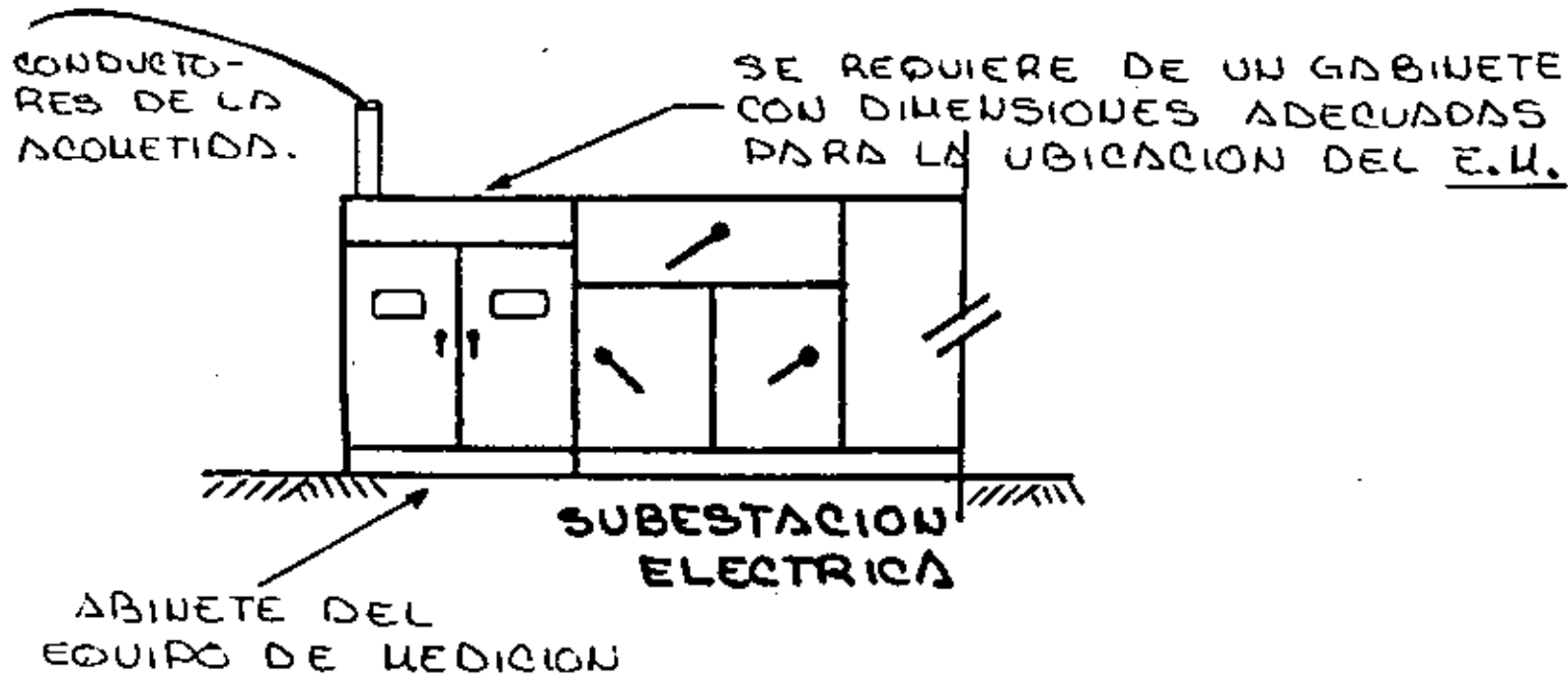
DEFINICION:

Conjunto de aparatos propiedad del suministrador, tales como — equipo de medición, transformadores de instrumentos y gabinetes que se encuentran al término de la acometida.

LOCALIZACION.

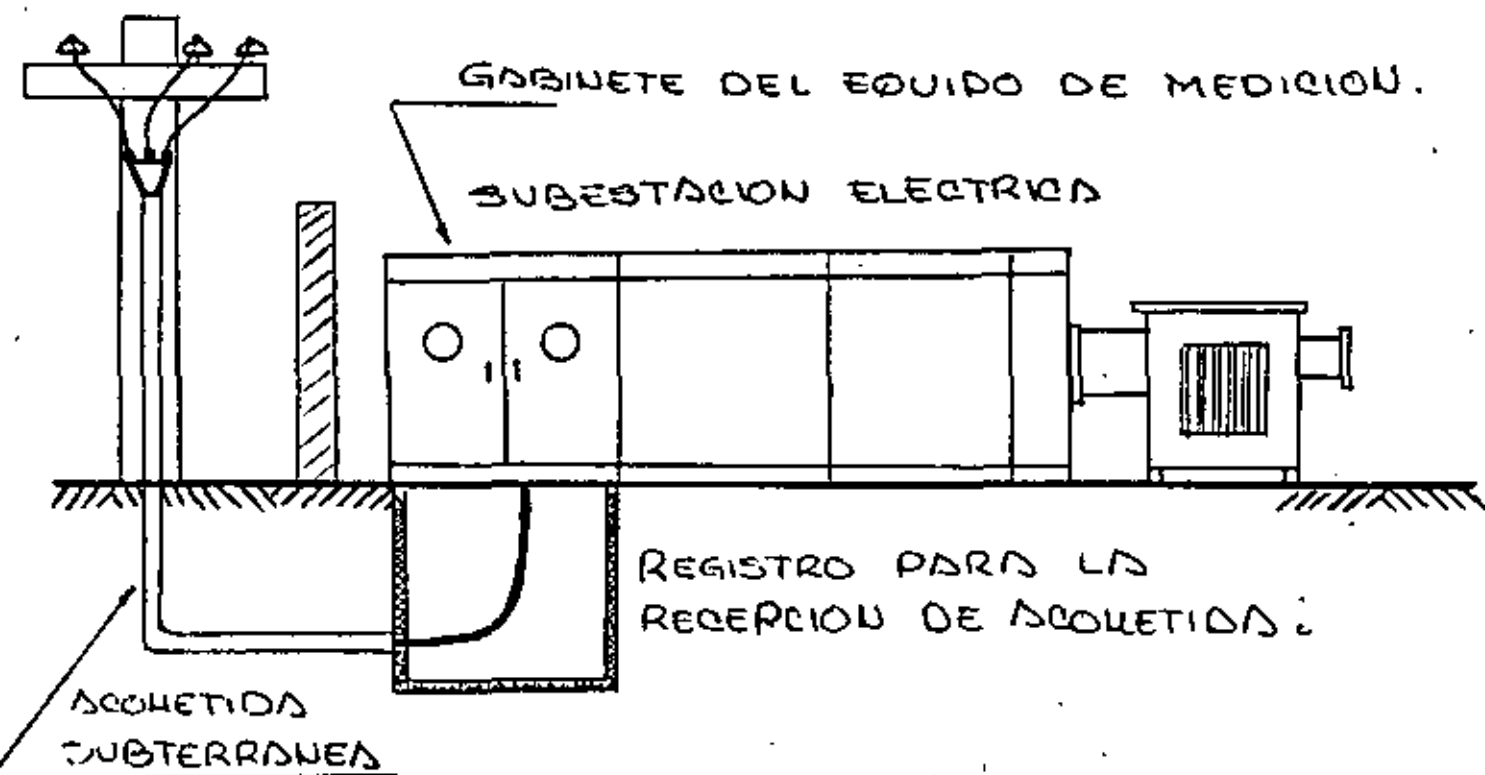
a) Alta Tensión.

1) Acometida Aérea:



2) ACOMETIDA SUBTERRANEA.

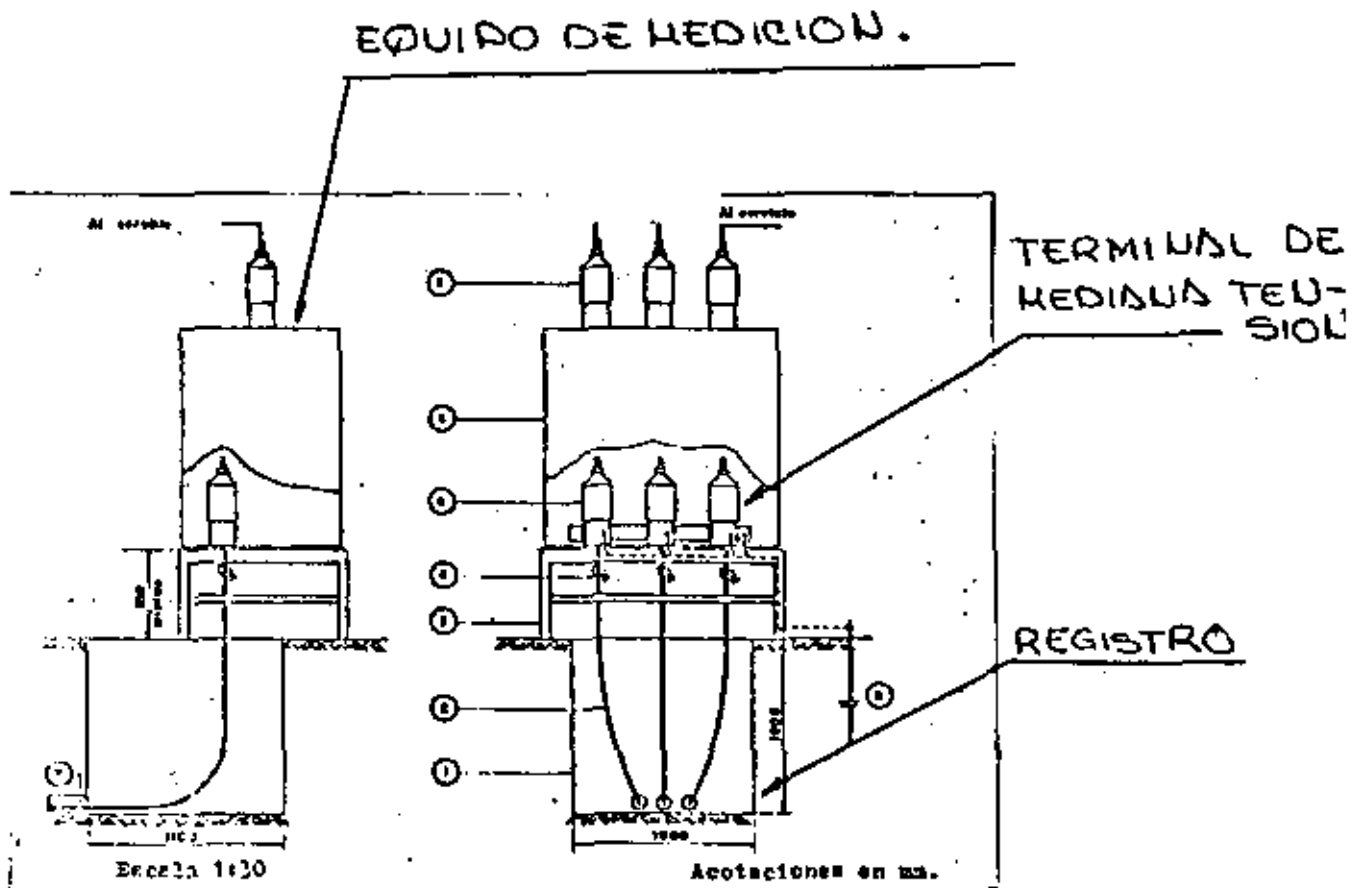
6



- EN ESTE CASO SE REQUIERE DE UN GABINETE CON DIMENSIONES ADECUADAS PARA LA UBICACION DEL EQUIPO DE MEDICION Y,
- DE UN REGISTRO SUBTERRANEO PARA LA RECEPCION DE CABLES DE LA ACOMETIDA.

LA ACOMETIDA EN LOS ANTERIORES CASOS, CONSTA SOLO DE 3 CONDUCTORES ACTIVOS.

DETALLE DE INSTALACION DEL EQUIPO DE MEDICION, EN UNA ACOMETIDA SUBTERRANEA EN ALTA TENSION.



MATERIALES

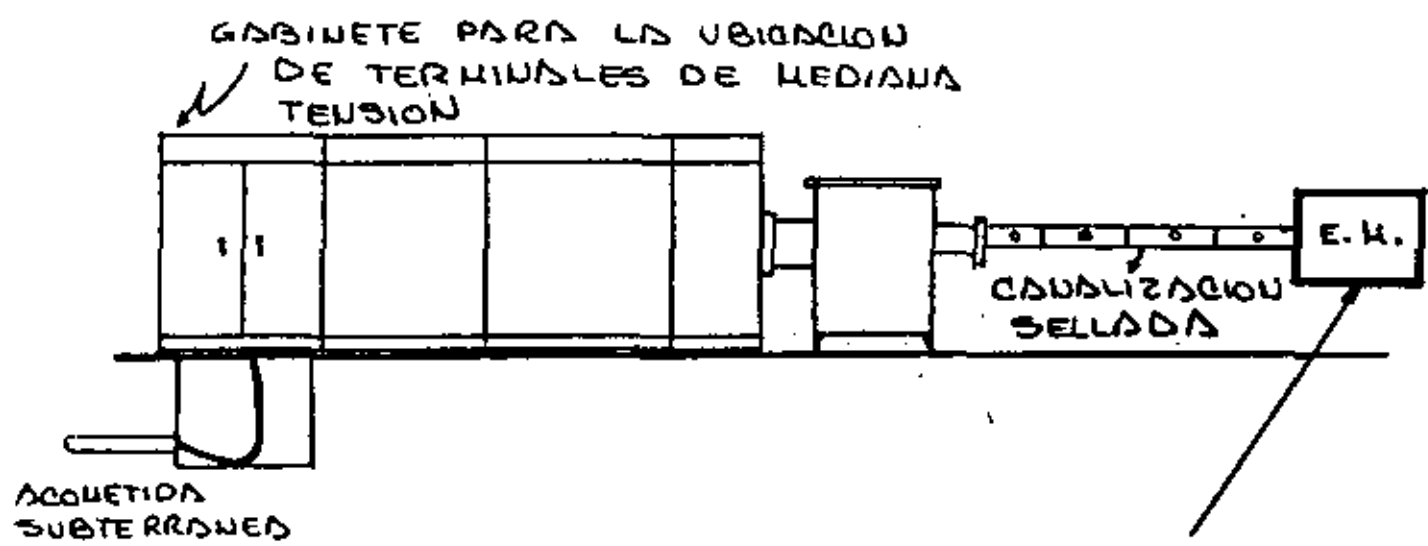
Ref.	Nombre	Norma
1	Registro de 110 x 100 x 100 cm.	
2	Cable de mediana tension.	
3	Estructura para soportar equipo de medición.	
4	Placa identificadora del cable KT.	
5	Terminal de	
6	Equipo de medición KT.	
7	Ductos de concreto cemento de 76.2 mm. de diametro.	
8	Electrodo de tierra. (copperweld de 15.9x3046 mm.).	

APLICACION:
Alimentar en Mediana Tension subestación particular.

b) BAJA TENSION. 8

- LA UBICACION DEL EQUIPO DE MEDICION EN EL LADO DE BAJA TENSION, OCASIONA UN RECARGO ADICIONAL DEL 2% EN LA FACTURACION MENSUAL DEL USUARIO.

EJEMPLO DE UBICACION :



EQUIPO DE MEDICION EN BAJA TENSION :

- GENERALMENTE SE INSTALA EL POTRADO EN TABLON DE MADERA O SOBRE EL MURO. (COMO SEGUN LO INDIQUE EL SUMINISTRADOR).

CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE SERVICIO

(ART. 201.4 NTIE).

— LOCAL DE DIMENSIONES ADECUADAS PARA FACILITAR:

- INSTALACIÓN.
- OPERACIÓN.
- MANTENIMIENTO.
- RETIRO.

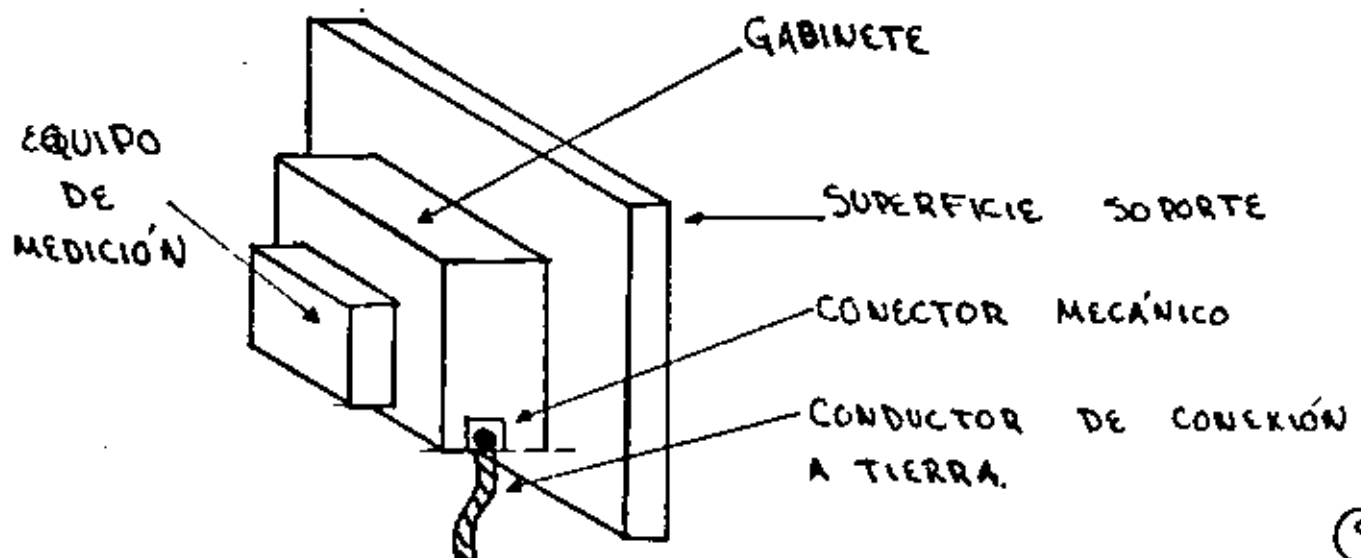
DEL EQUIPO DE SERVICIO

— LOCAL LIBRE DE MATERIALES INFLAMABLES.

— LOCAL DE FACIL ACCESO AL PERSONAL DE LA CIA. SUMINISTRADORA, PARA EFECTUAR:

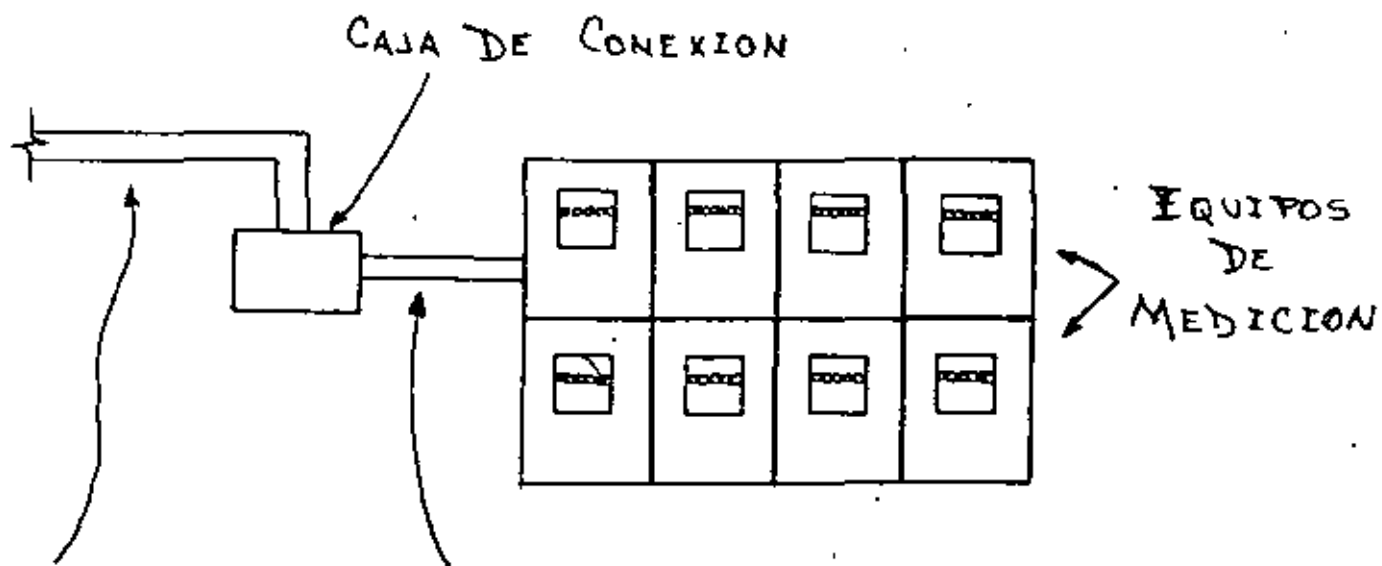
- LECTURAS DE CONSUMO.
- MANTENIMIENTO.

— LOS GABINETES DEL EQUIPO DE SERVICIO DEBEN CONECTARSE A TIERRA.



EDIFICIOS PARA VARIOS USUARIOS

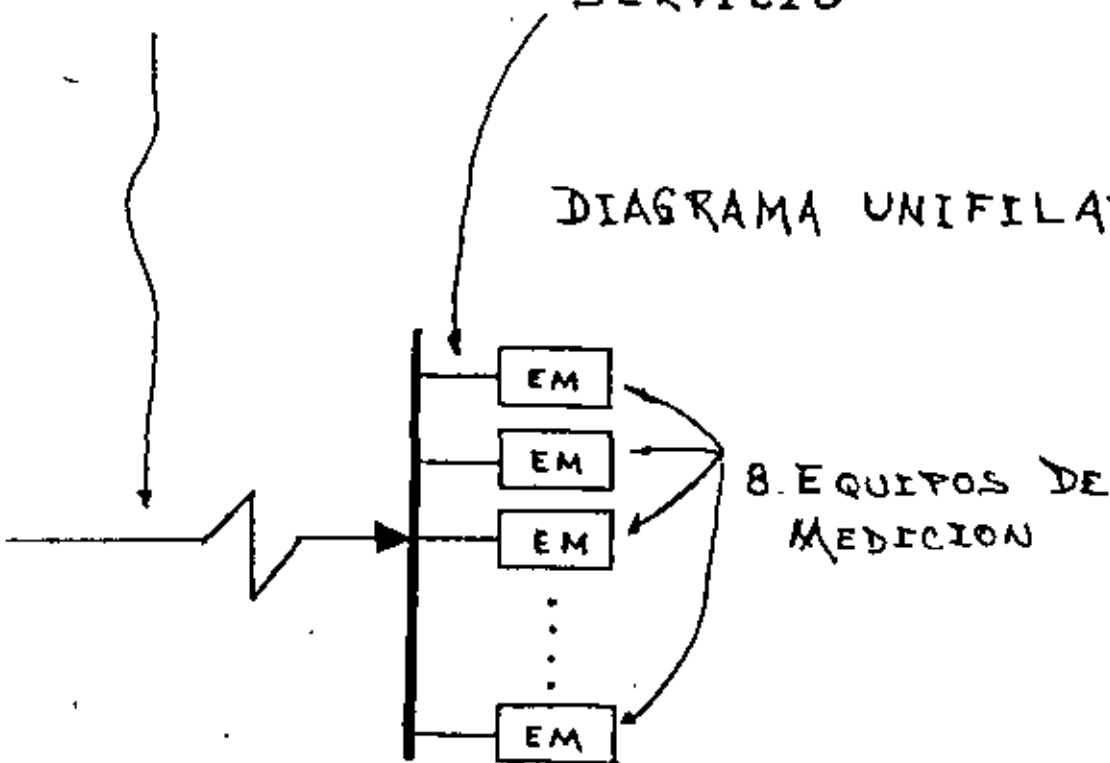
PUEDEN TENER 2 Ó MAS JUEGOS DE ENTRADA DE SERVICIO PARTIENDO DE UNA SOLA ACOMETIDA.



UNA SOLA ACOMETIDA

8 JUEGOS DE CONDUCTORES DE ENTRADA DE SERVICIO

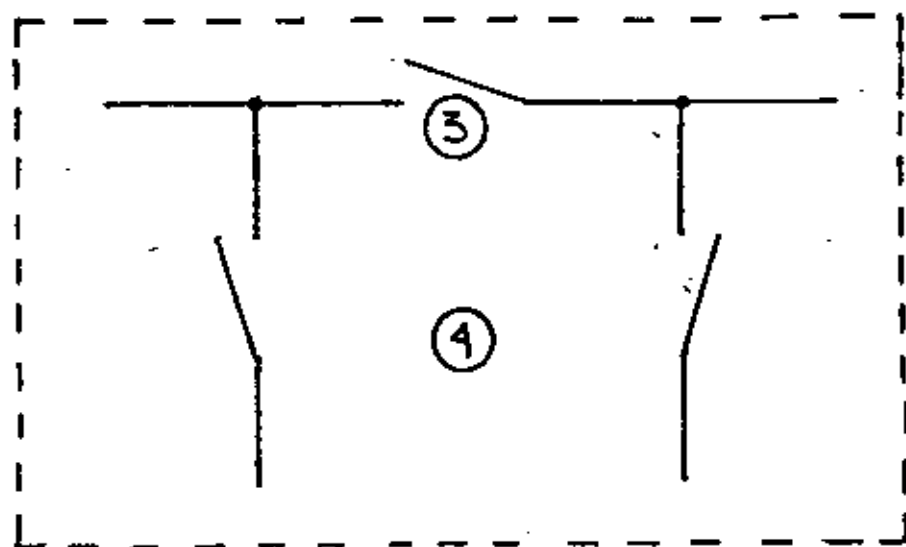
DIAGRAMA UNIFILAR



④ CUCHILLAS DE PRUEBA

11

EN SUBESTACIONES GRANDES CONVIENE INSTALAR OTROS DOS JUEGOS DE CUCHILLAS DESCONECTADORAS, CON EL PROPÓSITO DE QUE PERMITAN INTERCALAR EL EQUIPO DE MEDICIÓN DE PRUEBA Y ASÍ NO SE INTERRUMPA EL SERVICIO.



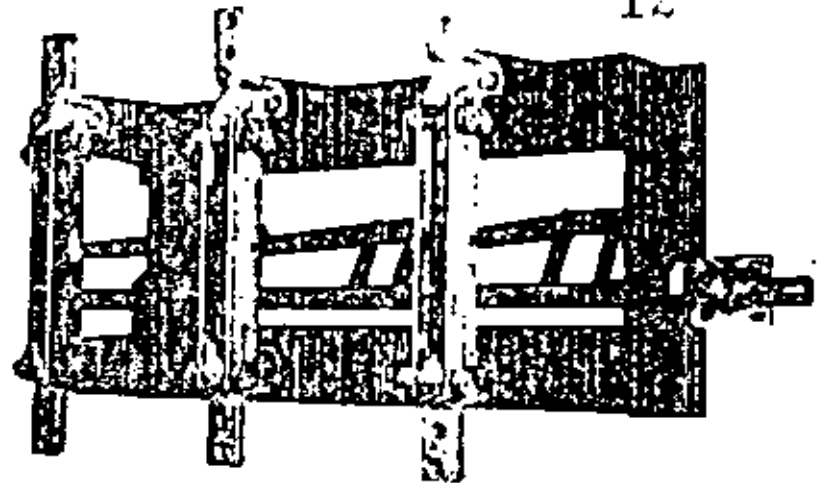
③ CUCHILLAS DE PASO.

④ CUCHILLAS DE PRUEBA.

**CUCHILLA DESCONECTADORA
DE UN TIRO, TRIPOLAR, ALTO
AMPERAJE**

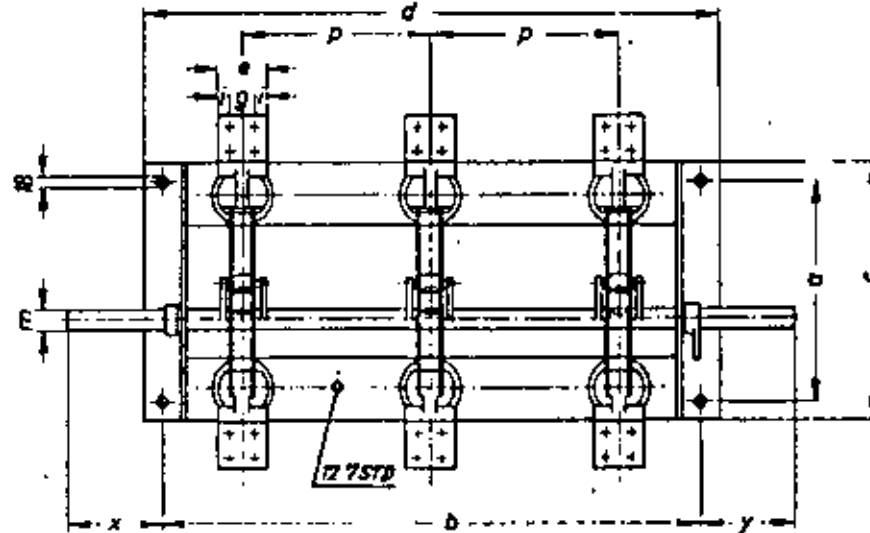
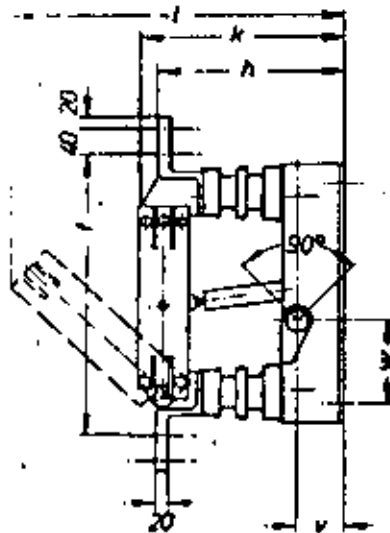
Operación en grupo, operación sin
carga, servicio interior.

12



Tipo	Tensión máxima Volts
DTP 7.2/2000	7,200
DTP 7.2/3000	
DTP 15/2000	15,000
DTP 15/3000	
DTP 20/2000	25,800
DTP 20/3000	
DTP 30/2000	36,000
DTP 30/3000	

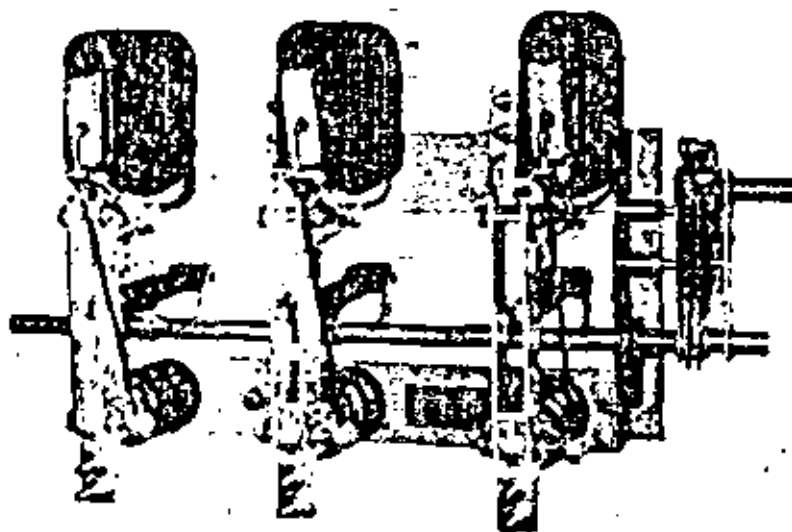
Medidas en mm



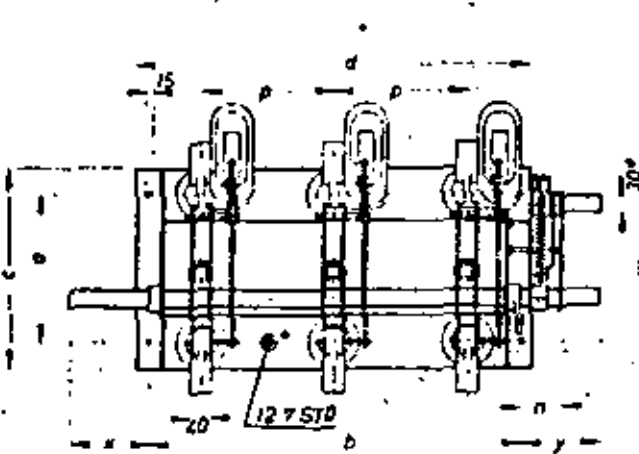
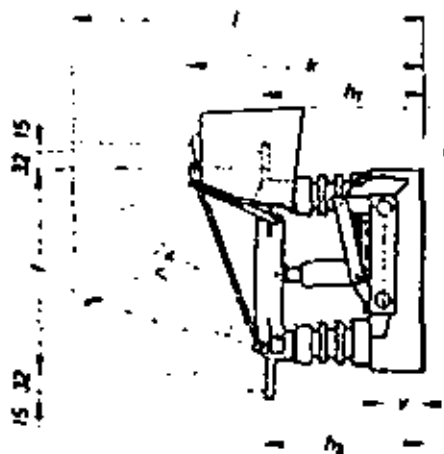
Serie	A	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	p	v	w	x/y
-mm-																	
7.2	2000	450	850	510	910	80	450	40	342	20	378	580	30	300	78	180	150
	3000	450	850	510	910	100	450	50	342	25	378	580	30	300	78	180	150
15	2000	450	850	510	910	80	450	40	342	20	378	580	30	300	78	180	150
	3000	450	850	510	910	100	450	50	342	25	378	580	30	300	78	180	150
20	2000	500	900	570	930	80	520	40	400	20	436	695	40	320	49	220	190
	3000	500	900	570	930	100	520	50	400	25	436	695	40	320	49	220	190
30	2000	600	1100	680	1165	80	590	40	530	20	566	900	40	400	80	274	250
	3000	600	1100	680	1165	100	590	50	530	25	566	900	40	400	80	274	250

DESCONECTADOR CON CARGA DE UN TIRO, TRIPOLAR, ALTO AMPERAJE

Operación en grupo, con dispositivo de cierre rápido, manualmente operado, cámaras de extinción reforzadas, servicio interior.



TIPO	Tensión máxima Volts
LDTP 7.2/1250 VE	7,200
LDTP 20/1250 VE	25,800
LDTP 30/1250 VE	38,000



Medidas en mm

Serie	Corriente nominal A	a	b	c	d	f	n	p	v	w	x/y	z	h1	h2	k	l
7.2	1250	280	700	380	740	278	105	250	76	257	150	135	290	285	432	637
20	1250	350	850	500	890	498	120	320	76	295	190	160	370	365	516	788
30	1250	450	1000	600	1040	598	140	400	76	340	250	200	460	455	608	950

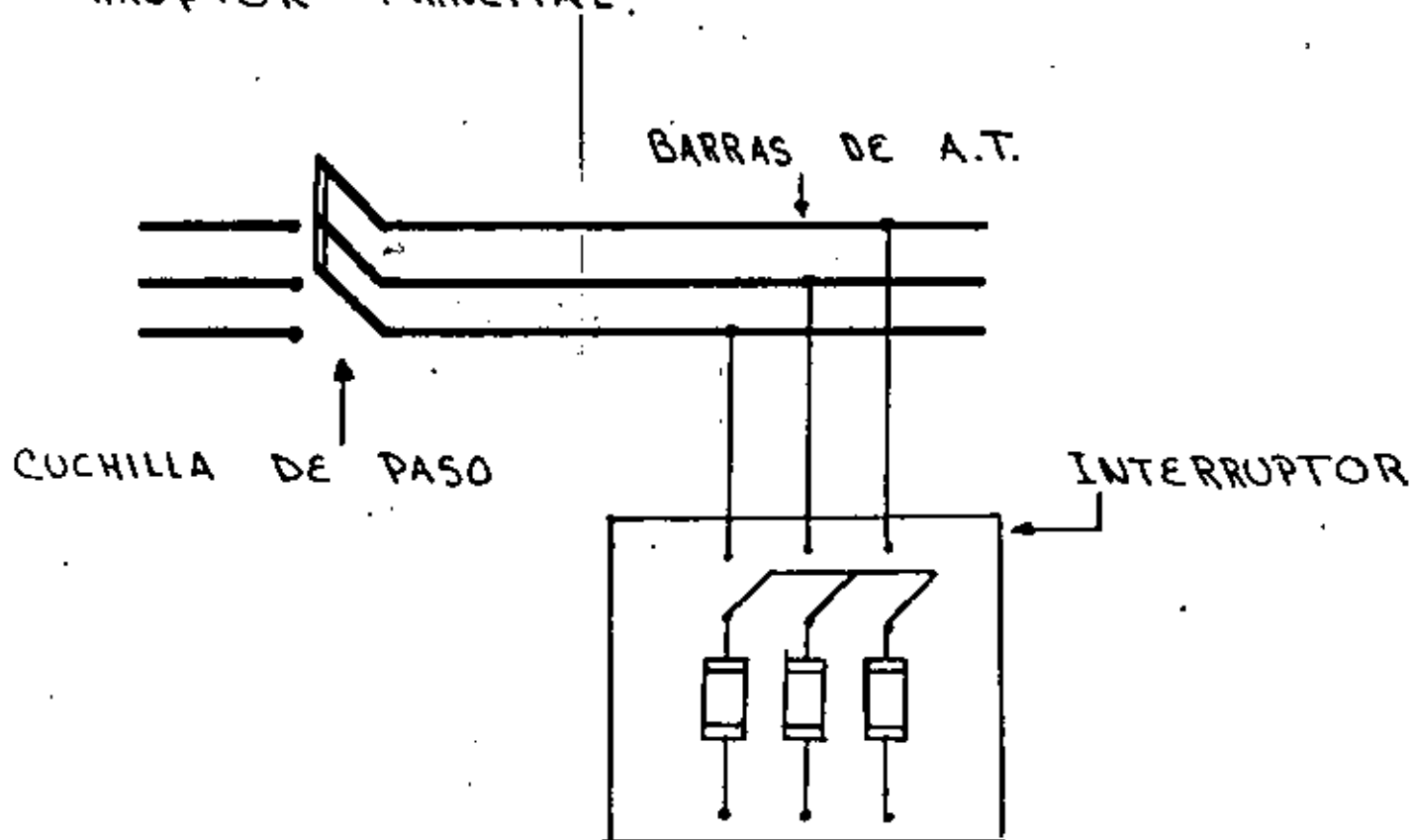
③ CUCHILLA DE PASO

14

—EQUIPOS QUE TIENEN LA FUNCIÓN DE DES-
CONECTAR UN CIRCUITO Y AISLAR LAS PAR-
TES ENERGIZADAS

—NORMALMENTE SON DE OPERACIÓN SIN CAR-
GA Y ACCIÓN SIMULTÁNEA. (EN S.E. CONTACTAS)

—SE INSTALA UN JUEGO ANTES DEL INTE-
RRUPTOR PRINCIPAL.



—PERMITEN CAMBIAR SIN PELIGRO LOS FUSI-
BLES y DAR MANTENIMIENTO AL INTERRUPTOR.
ADEMÁS POR REGLAMENTO DEBEN INSTALARSE
ENTRE EL E.M. Y MEDIO DE PROTECCIÓN Y DESCO-
NEXIÓN GRAL. ART. 605.14 (N.T.I.E.)

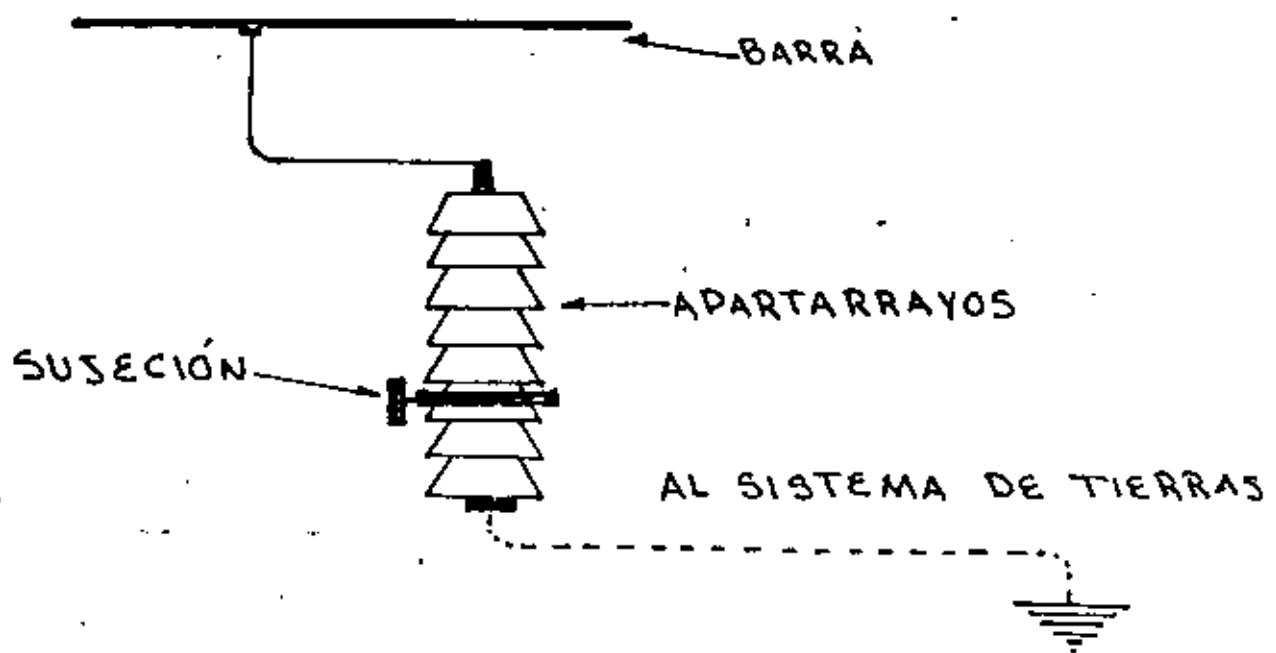
⑤ APARTARRAYOS.

15

—SU FUNCIÓN ES CORTAR LAS SOBRESIONES OCASIONADAS POR:

- SWITCHEO.
- DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.
- CONTACTO CON LÍNEAS DE MAYOR TENSIÓN

—SE CONECTAN ENTRE FASE Y TIERRA.



—SE INSTALAN ANTES DE EQUIPO IMPORTANTE.

- INTERRUPTORES.
- BANCOS DE CAPACITORES.
- TRANSFORMADORES.

—SU TENSIÓN DE OPERACIÓN DEBE SER SIMILAR A LA DEL EQUIPO E INSTALACIONES QUE PROTEGE.

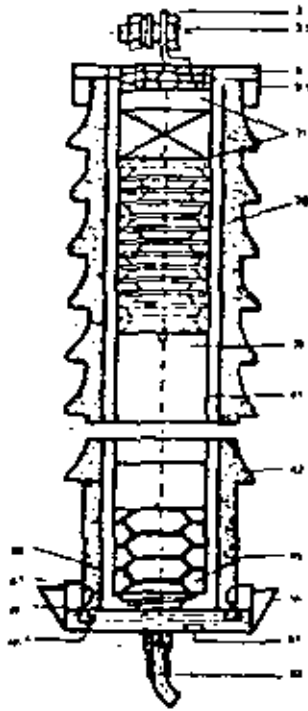
UNO DE LOS CONCEPTOS IMPORTANTES PARA SU SELECCION; ES EL FACTOR DE ATERRIZADO :

FACTOR DE ATERRIZADO

- 0.8 - SISTEMA RIGIDAMENTE CONECTADO A TIERRA.
- 1.0 - SISTEMA CON NEUTRO AISLADO!
- 1.1 - SISTEMA CONECTADO A TIERRA A TRAVES DE UNA RESISTENCIA.

VISTA INTERNA DE UN APARTARRAYO :

17



3. Pieza de empalme
- 3.5. Tornillo de empalme
9. Cubierta superior
- 9.5. Junta
31. Explosor de extinción
39. Discos o bloques de resistencia
41. Tubo aislante
42. Envoltorio de porcelana
45. Refugio de nitrógeno (en áreas libres)
55. Pastilla inversor
61. Fusible de sobrecarga
63. Empalme a tierra
65. Cubierta inferior
- 65.5. Junta
67. Resorte
69. Cuerpo de relleno y contacto
70. Electrodos de descarga

- SON DESCARGADORES DE CARGA CAPACITIVA TIPO AUTOVALVULA PARA TENSION DE EXTINCION DETERMINADA.
- EL OBJETO O MISION DE LOS APARTARRAYOS, ES PRESERVAR EL AISLAMIENTO DE LA INSTALACION DEBIDAS A LAS SOBRETENSIONES MENCIONADAS.

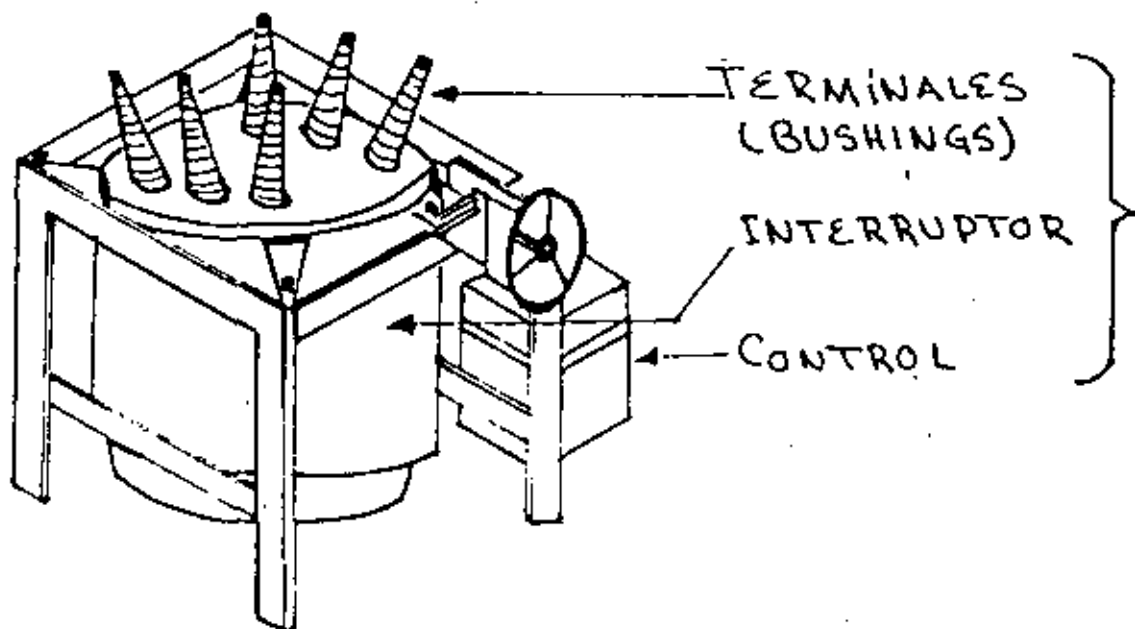
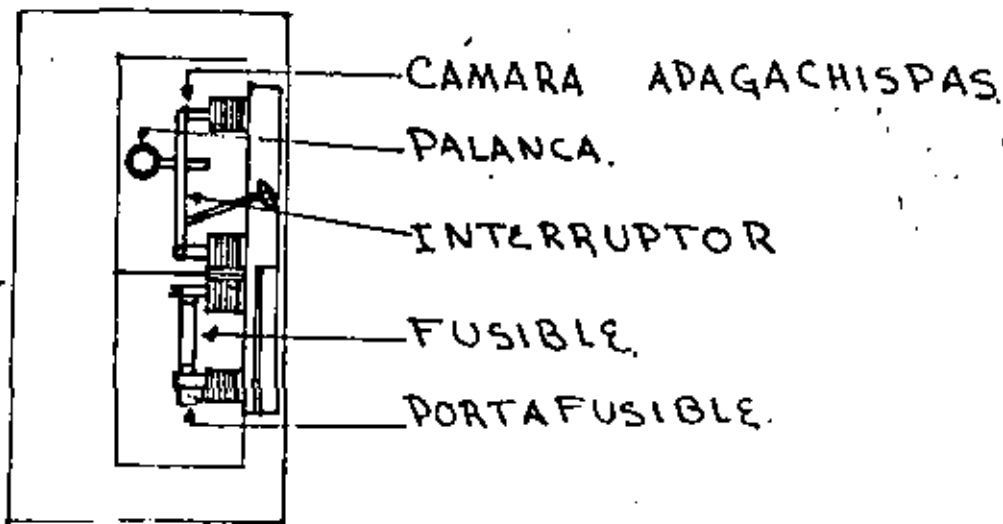
INTERRUPTORES Y PROTECCIONES

- TIENEN 2 FUNCIONES BASICAS: 18

- DESCONECTAR LA ENERGÍA AÚN CON CARGA.
- PROTEGER CONTRA SOBRECORRIENTES O CORTO CIRCUITOS

- EN LOS EDIFICIOS SON:

- DEL TIPO EN AIRE CON FUSIBLES, PRINCIPALMENTE.
- PUEDEN SER DEL TIPO EN ACEITE.



INT CONT.....

19

- EL MECANISMO DE DISPARO DEL INTERRUPTOR O LOS FUSIBLES, DEBE SER DE UN VALOR O AJUSTE QUE PERMITA PROTEGER A LOS EQUIPOS, BUSES O LÍNEAS.

PARA TRANSFORMADORES:

- NO DEBE EXCEDERSE DEL 250% I_{NP}
- DEBE AJUSTARSE MÁS SI SE DESEA PROTECCIÓN VS SOBRECARGA.

EJEMPLOS

PROTEGER UN TRANSFORMADOR DE 300 KVA, 13.2 KV, 3 ϕ .

$$I_{NP} = \frac{KVAT}{\sqrt{3} \times KV_P} = \frac{300}{\sqrt{3} \times 13.2} = 13.1 \text{ AMPS.}$$

COMO MÁXIMO 250% I_{NP}

$$2.5 \times 13.1 = 32.8 \text{ AMPERES.}$$

PUEDEN SELECCIONARSE FUSIBLES DE 15, 20, 25 Ó 30 AMPS. DEPENDIENDO DE LA NECESIDAD DE PROTECCIÓN VS SOBRECARGA DEL TRANSFORMADOR.

- DEBE INSTALARSE UN INTERRUPTOR PARA PROTEGER Y DESCONECTAR CUALQUIER EQUIPO IMPORTANTE. :

- TRANSFORMADORES.
- LINEAS.
- BANCOS DE CAPACITORES.

- DEBE CONTAR CON CAPACIDAD INTERRUPTIVA ADECUADA. (CONSULTAR LOS MVAcc 3Ø CON C. F. E.).

LINEAS DE 13.2 KV. 250-750 MVA

LINEAS DE 23 KV. 500-1000 MVA

(ART. 601.7 N.T.I.E.)

DESCRIPCION

Desde el punto de vista operativo, existen dos versiones:

- Interruptor con conexión y desconexión rápida sin fusibles.
- Interruptor automático, provisto de un mecanismo de disparo libre, que además de la conexión y desconexión rápida, efectúa el disparo por fusión de uno de los fusibles; esta versión es la que permite integrar al interruptor fusibles de alta capacidad interruptiva.

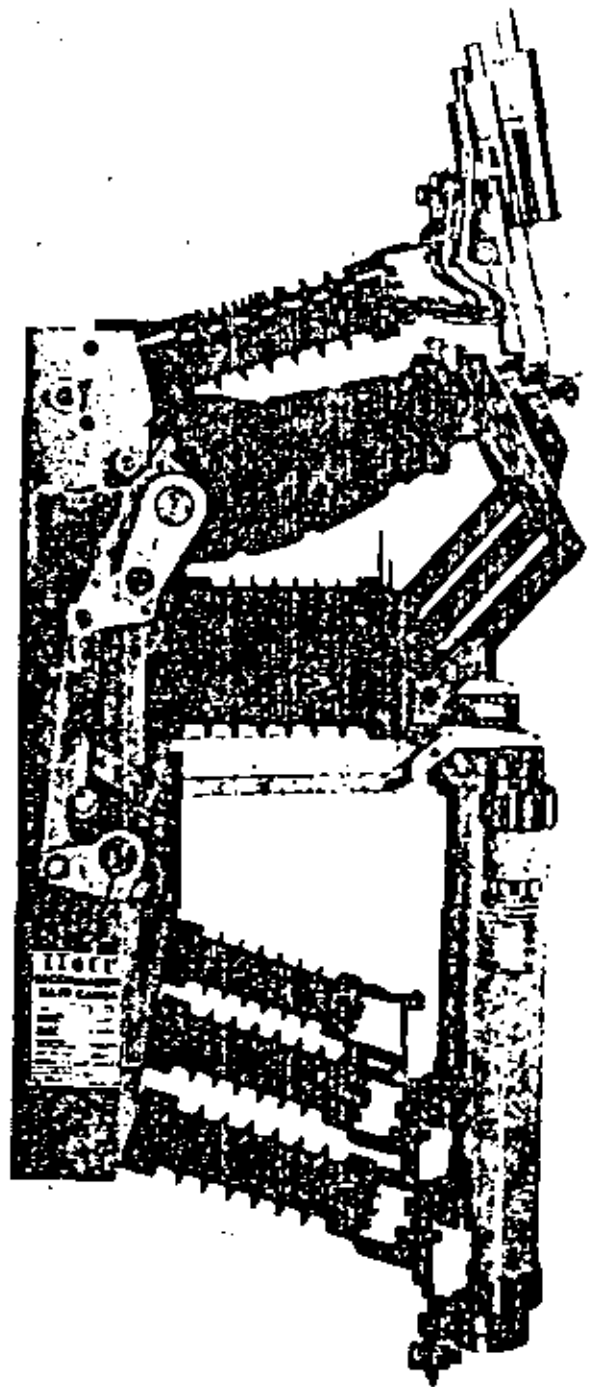
En la versión de disparo automático por fusión de uno o más fusibles, el disparo o desconexión se realiza por medio de un disparador mecánico accionado por el indicador de fusión del fusible, este disparador mecánico se rearma automáticamente, pero para poder conectar el interruptor nuevamente se requiere cambiar el fusible que operó; en caso de que esto no se haya efectuado, resultará imposible reconectar el aparato.

EXTINCION DEL ARCO

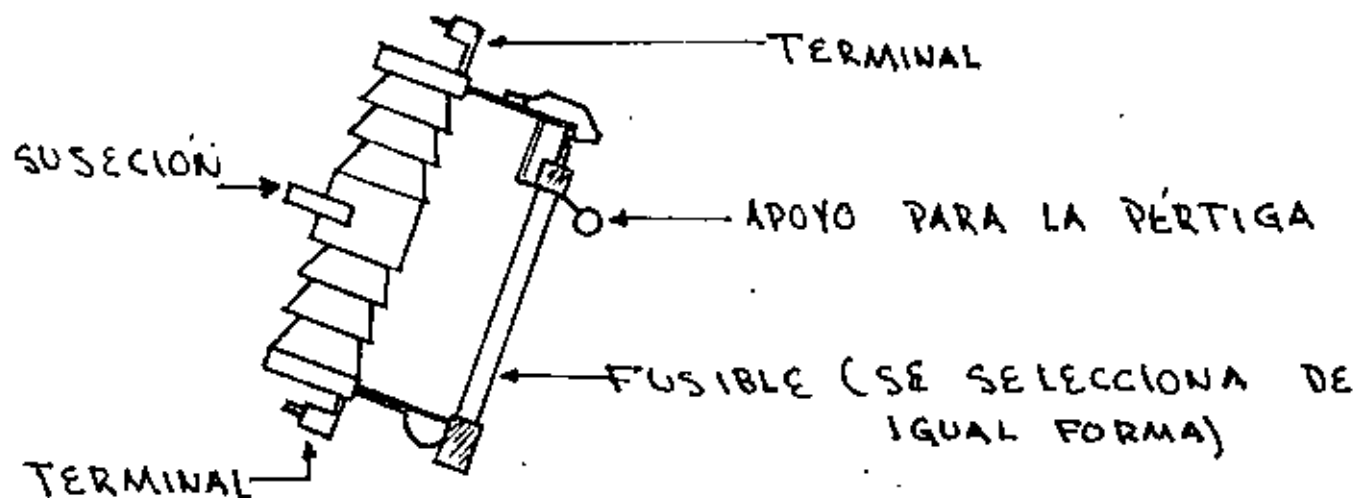
El corte de la corriente se realiza en las cámaras tubulares de extinción, donde el arco se apaga en un recinto anular, rodeado de paredes emisoras de gases extintores y son el último desarrollo, de las conocidas cámaras tubulares de extinción. Los gases ionizados son enfriados a tal grado dentro de la cámara, que al ser expulsados al exterior, no producen chisporroteos, muy comunes en otras cámaras de extinción.

ACCIONAMIENTO

Los interruptores se operan normalmente desde el lado derecho por medio de un accionamiento de palanca, colocado al frente del tablero.



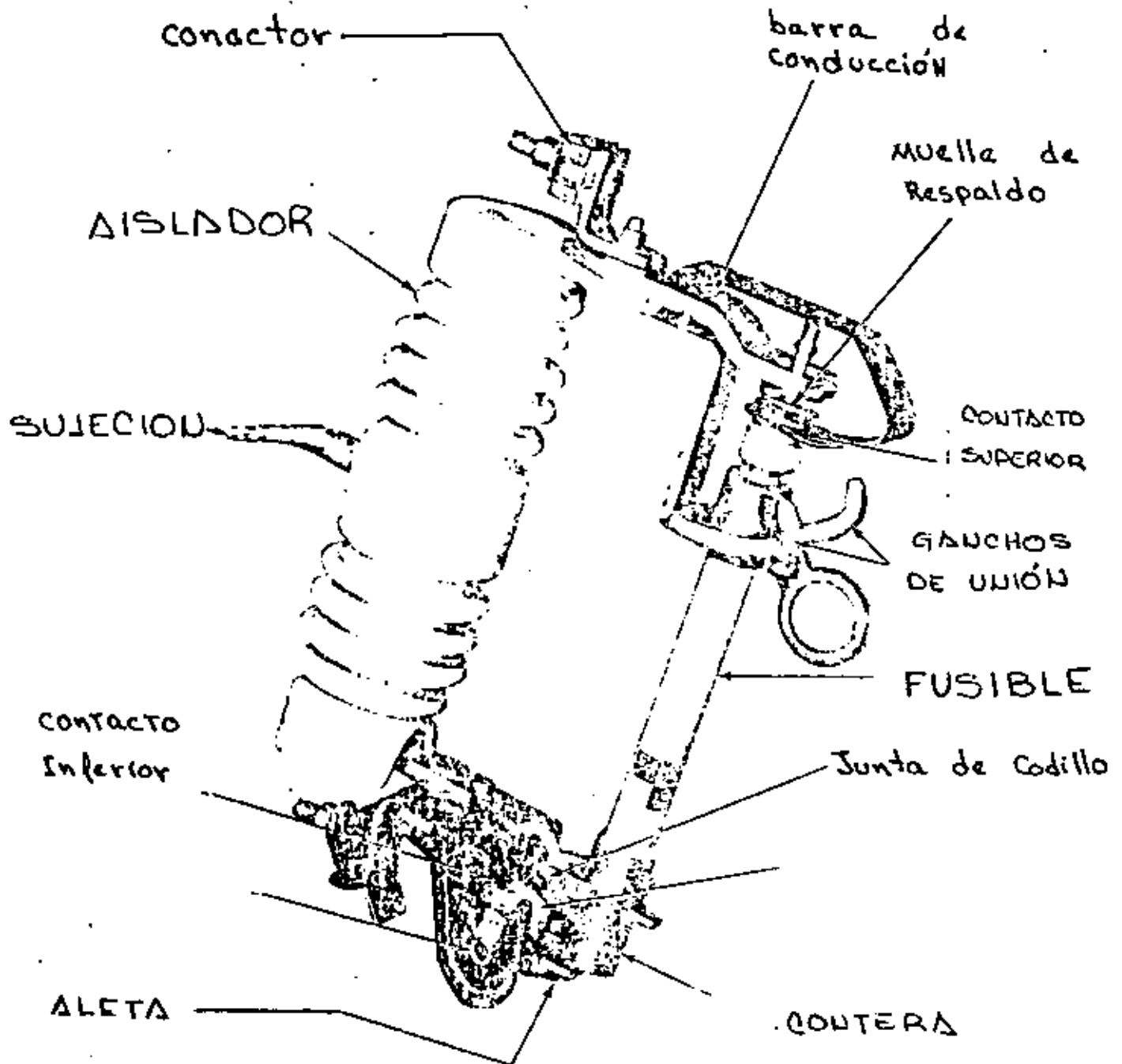
- EL MEDIO DE PROTECCIÓN Y DESCONEXIÓN PUEDE SER UN CORTA CIRCUITOS



- SE UTILIZA PRINCIPALMENTE EN SUBESTACIONES ABIERTAS (TIPO AZOTEA PRINCIPALMENTE).
- LA DESCONEXIÓN DEBE HACERSE CON PÉRTIGA Y NORMALMENTE SE HACE SIN CARGA.
- EVITA LA NECESIDAD DE LA CUCHILLA DE PASO.
- SI ES TIPO EXPULSION NO DEBE INSTALARSE EN INTERIORES.

PARTES DE UN CORTA CIRCUITOS.

23



TRANSFORMADORES.

—SU FUNCIÓN ES:

- REDUCIR LA TENSION PARA PODER APROVECHAR LA ENERGÍA

13.2KV/220-127V Ó 440-254V

23KV/220-127V Ó 440-254V

—SU CAPACIDAD NOMINAL SE DA EN KVA Y SE SELECCIONA POR:

$$C_T = \frac{C_I \text{ F.D. } R \text{ } R}{\text{F.P.}}$$

DONDE:

C_I : CAPACIDAD INSTALADA EN KW

F.D.: FACTOR DE DEMANDA.

$C_I \text{ F.D.}$: DEMANDA MÁXIMA DE LA INSTALACIÓN.

R : RESERVA PARA PREVENIR LOS ARRANQUES DEL MOTOR O MOTORES MÁS GRANDES.

R : RESERVA PREVISTA PARA AMPLIACIONES FUTURAS (KW).

F.P.: FACTOR DE POTENCIA ESTIMADO

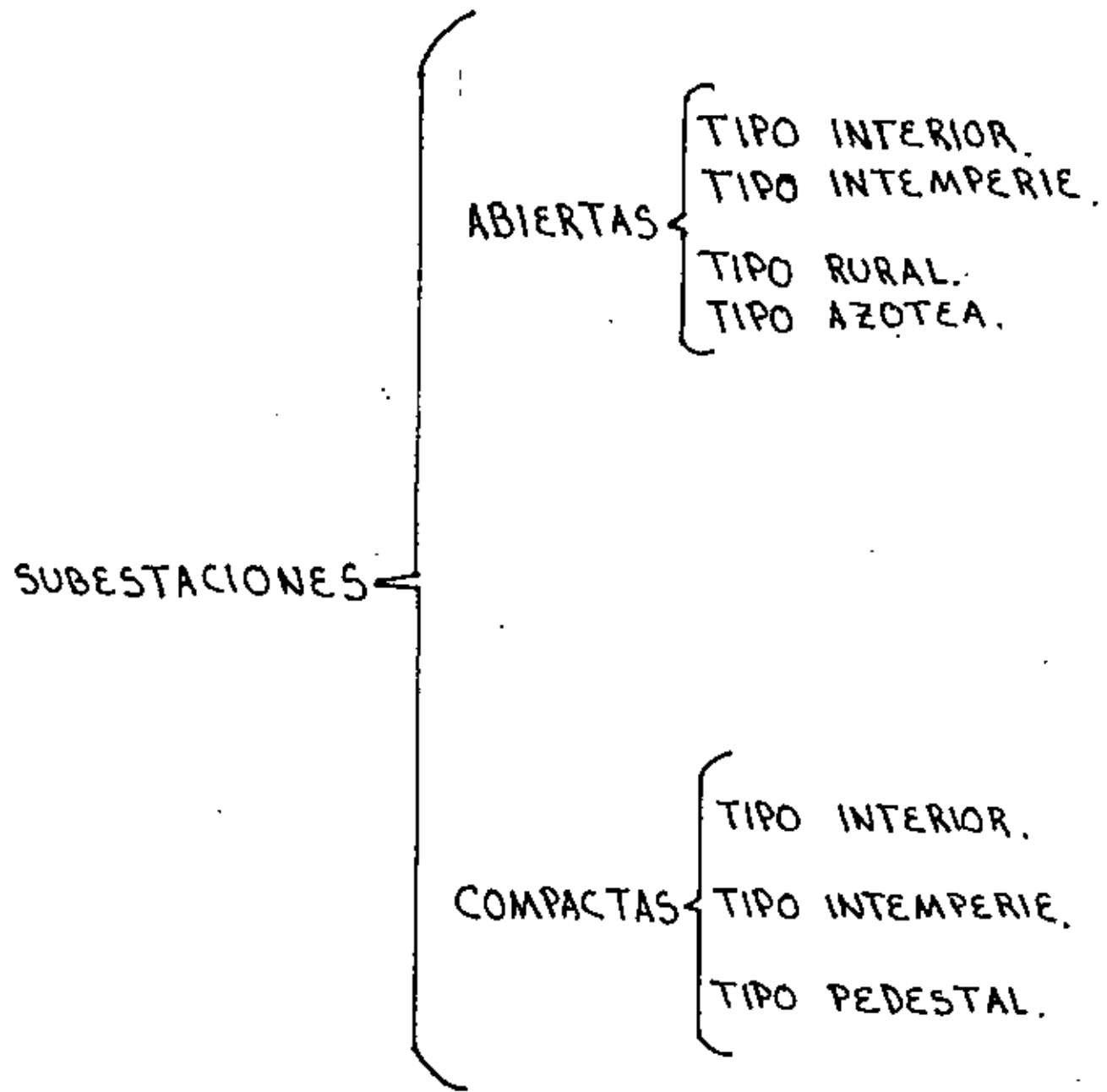
C_T : CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR.

CAPACIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE LOS TRNSF. COMERCIALES.

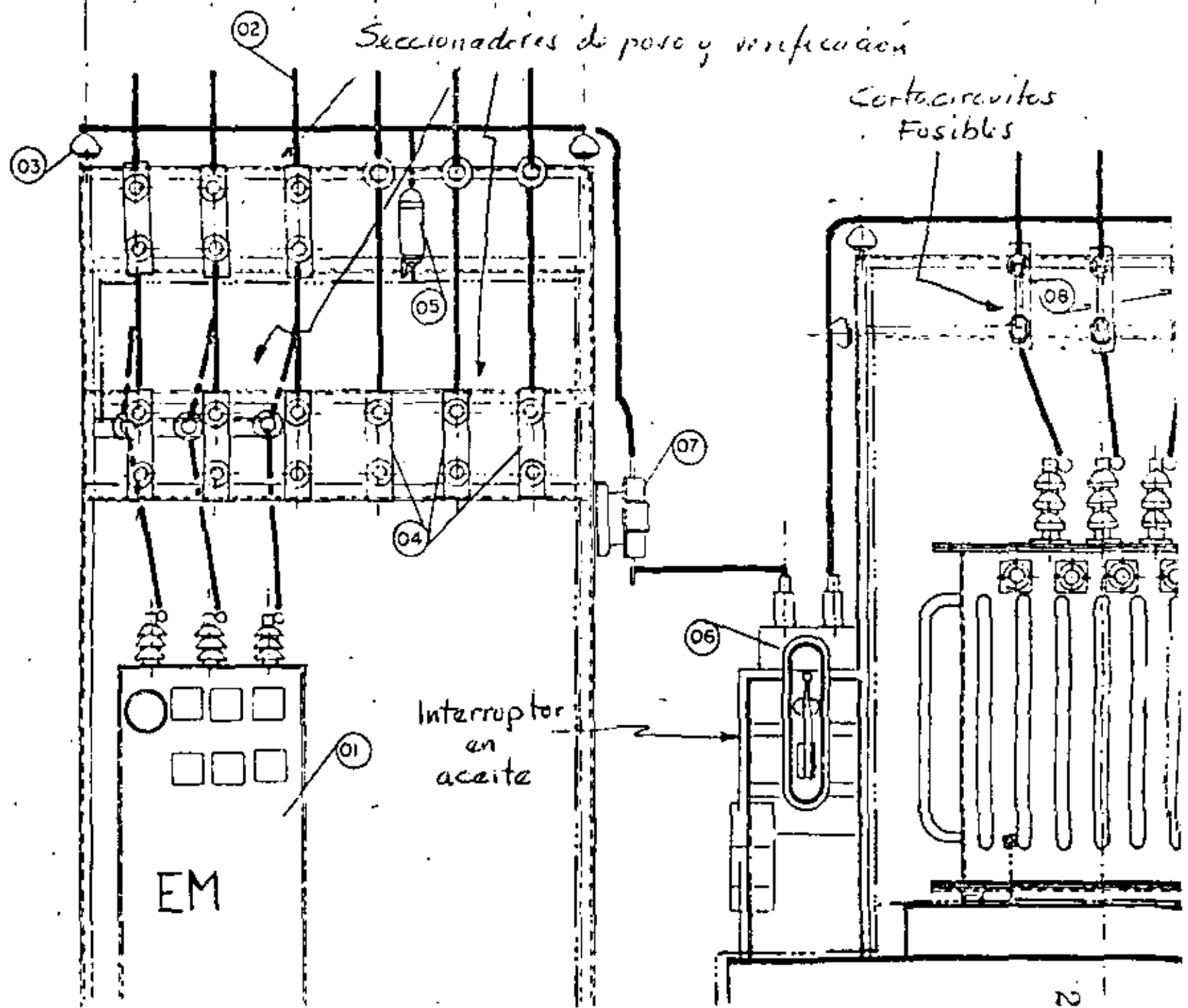
FASES		TENSION PRIMARIA				TENSION SECUNDARIA				CAPACIDAD KVA
1 ϕ	3 ϕ	6 KV.	13.2 KV.	23 KV.	34.5 KV.	127 V.	220/127 V.	440/254 V.	480/277 V.	
X		X	X	X		X				5
X		X	X	X		X				7.5
X		X	X	X	X	X				15
X		X	X	X	X	X				20
X	X	X	X	X	X	X	X			25
X	X	X	X	X	X	X	X			37.5
	X	X	X	X	X		X			45
	X	X	X	X	X		X	X		62.5
	X	X	X	X	X		X	X		75
	X	X	X	X	X		X	X		100
	X	X	X	X	X		X	X		112.5
	X	X	X	X	X		X	X		150
	X	X	X	X	X		X	X		200
	X	X	X	X	X		X	X	X	225
	X	X	X	X	X		X	X	X	300
	X	X	X	X	X		X	X	X	400
	X	X	X	X	X		X	X	X	500
	X	X	X	X	X		X	X	X	600
	X	X	X	X	X		X	X	X	750
	X	X	X	X	X		X	X	X	800
	X		X	X	X			X	X	1,000
	X		X	X	X			X	X	1,250
	X		X	X	X			X	X	1,500

CLASIFICACION GENERAL DE LAS SUBESTACIONES

LAS SUBESTACIONES EN REDES DE DISTRIBUCION PUEDEN SER:



0,99
0,38
0,50
0,38
75
25

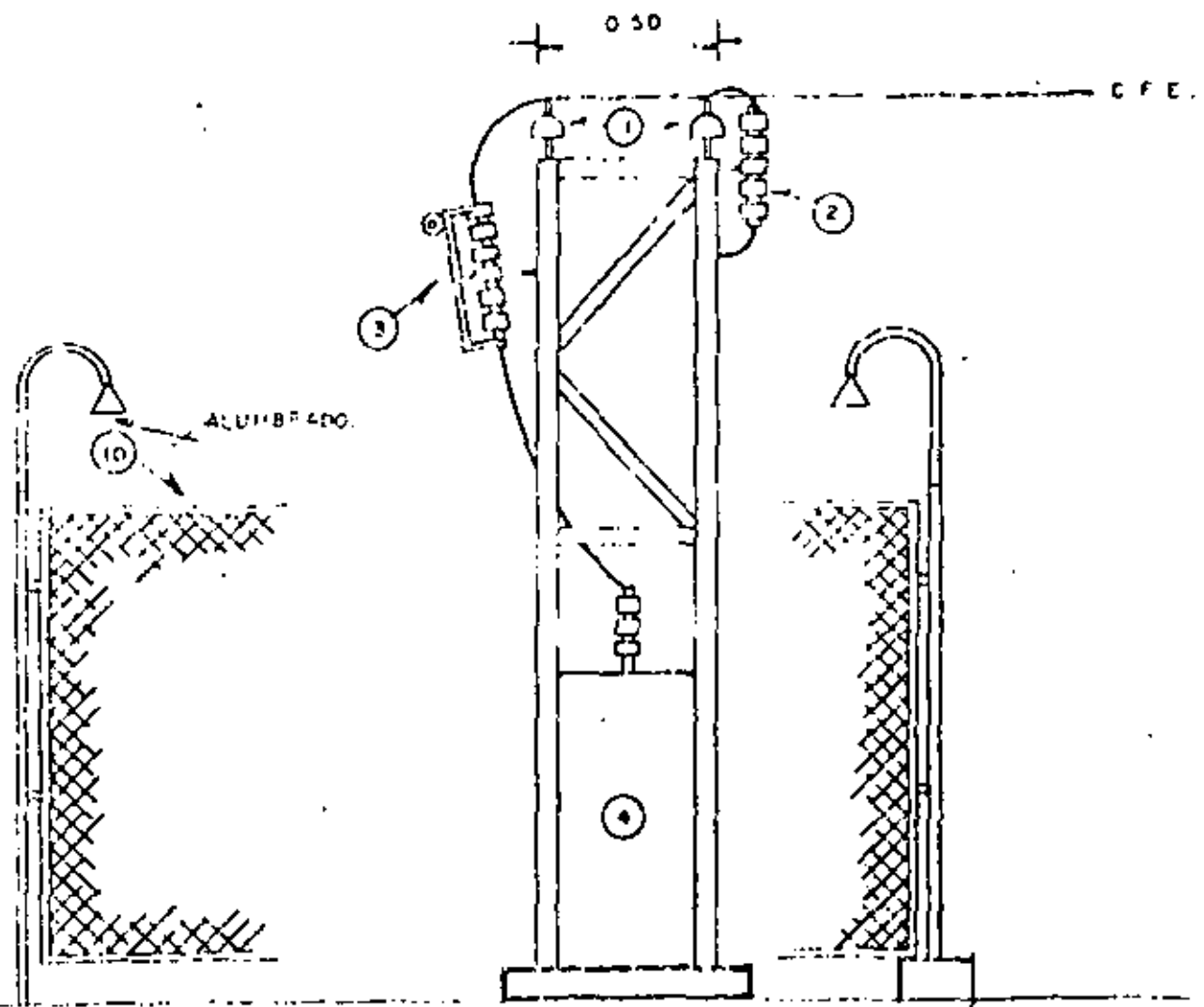


Seccionadores de paso y verificación

Cortocircuitos Fusibles

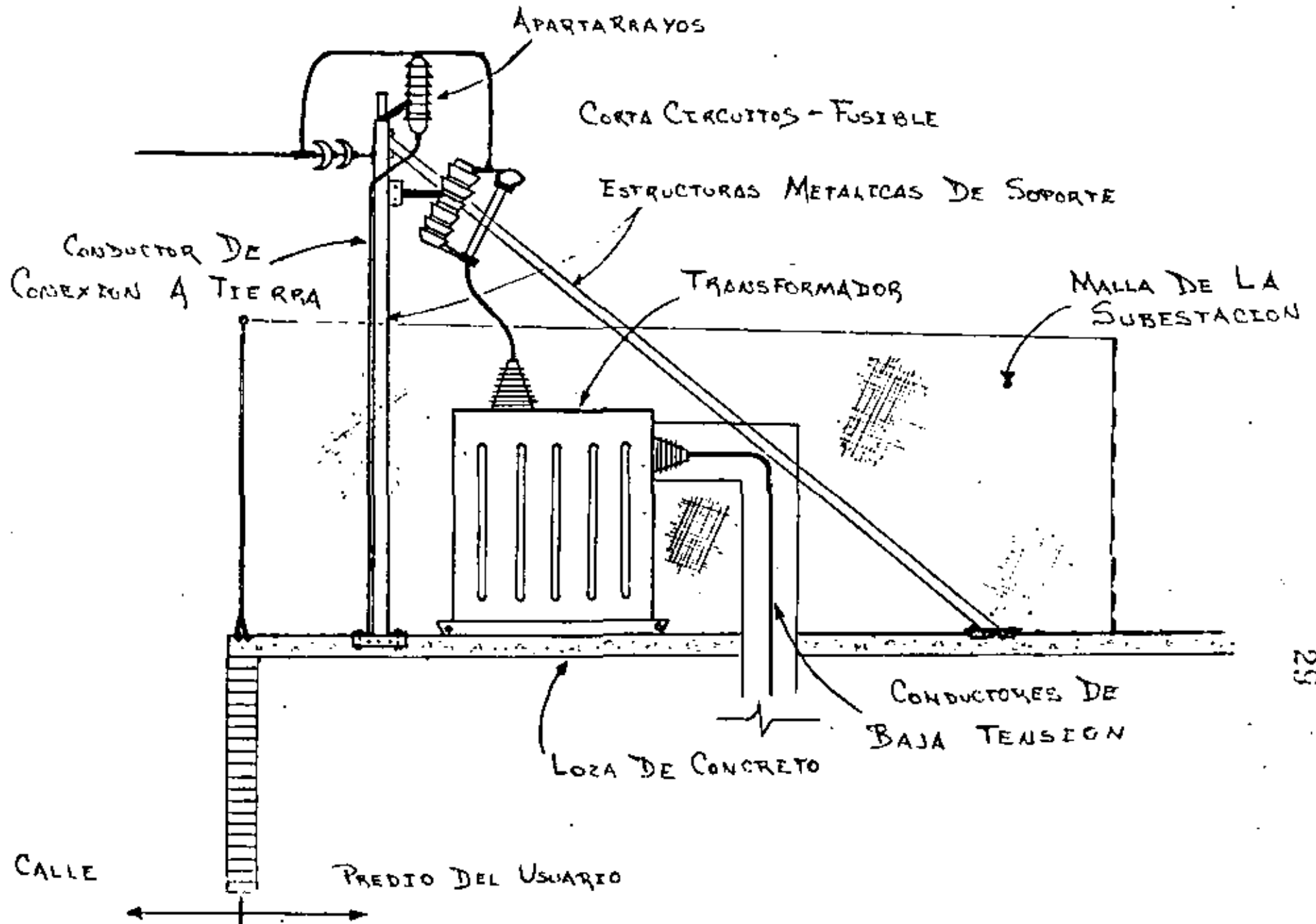
Interruptor en aceite

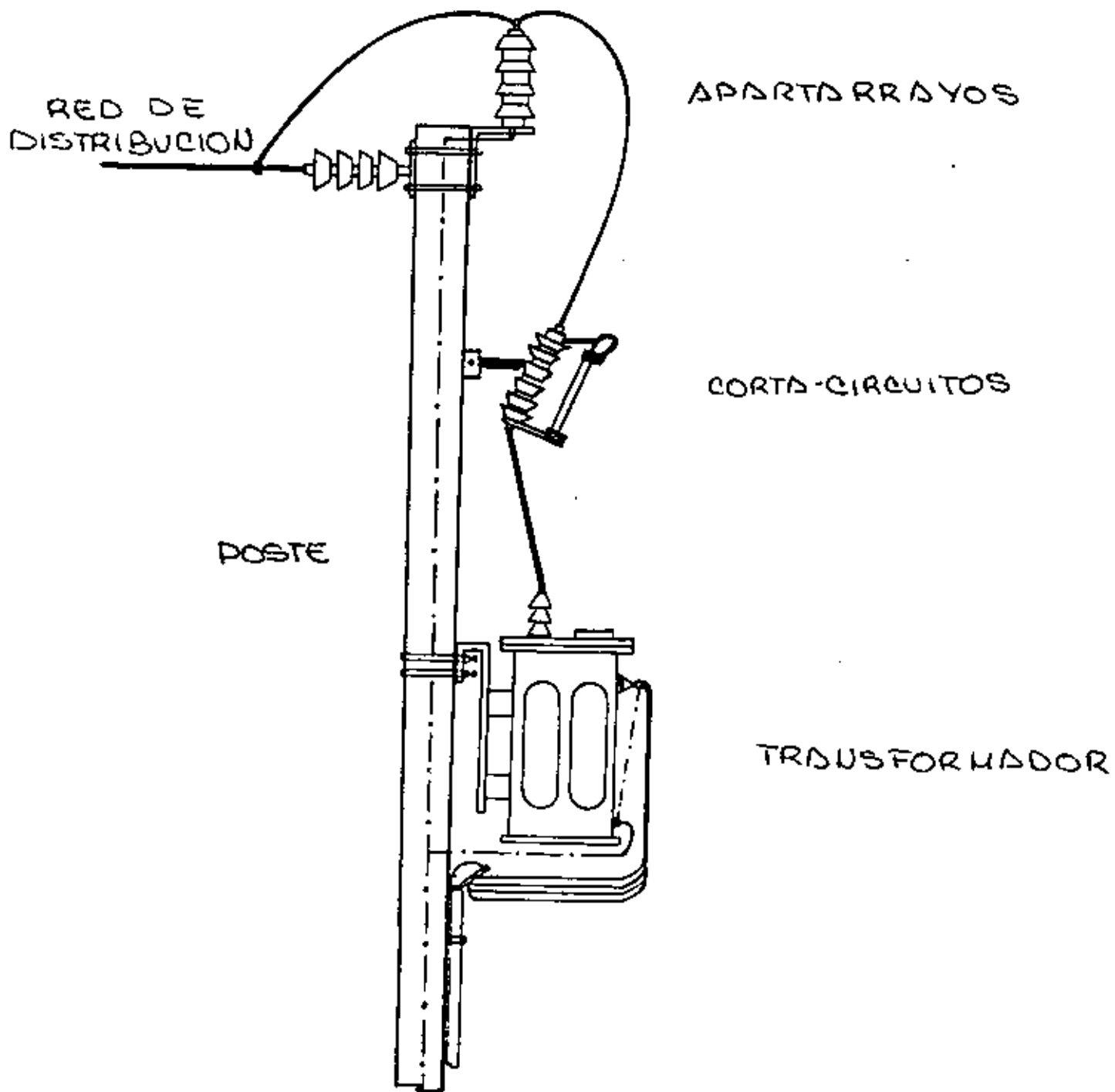
SUBESTACION ΔBICETA - INTEMPERIE



- MEDIO DE ACCESO.
- NO UTILIZAR ESCALERAS DEL TIPO MARINO.
- SISTEMA DE TIERRAS.
- CAPACIDAD DEL ELEMENTO FUSIBLE, DEL DESYONECTOR FUSIBLE.
- SI EL TRANSFORMADOR ES MAYOR DE 500 KVA, DEBE INSTALARSE UN INTERRUPTOR.
- SI SE TRATA DE OTRO TIPO DE SUBESTACION ELECTRICA (COMPACTA, INTERIOR-ABIERTA DE CUALQUIER CAPACIDAD), DEBE INSTALARSE UN INTERRUPTOR.

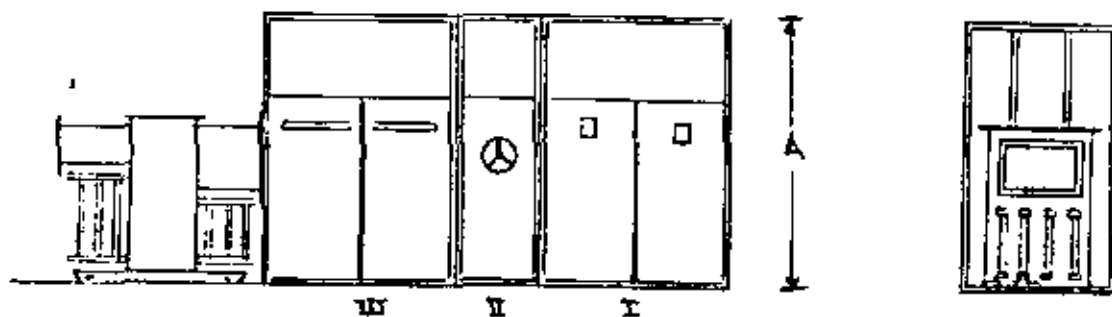
SUBESTACION TIPO AZOTEA



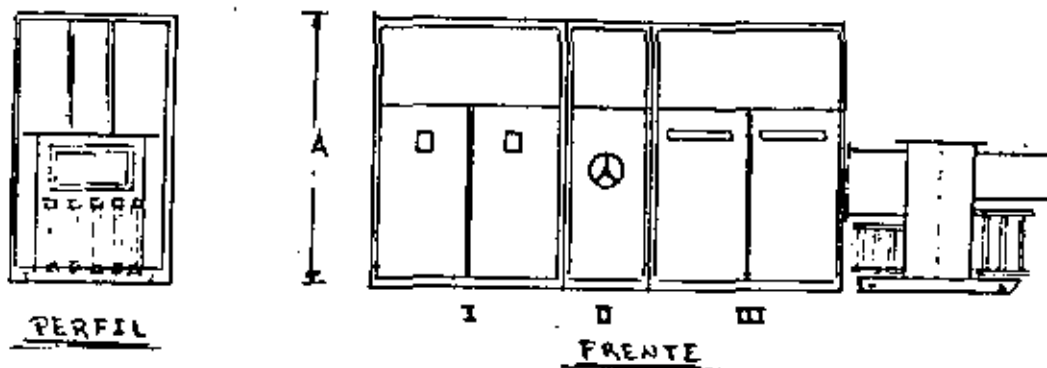


A EQUIPO DE MEDICION
EN BAJA TENSION.

EJEMPLO DE SUBESTACION COMPACTA TIPO INTERIOR



ARREGLO DE DERECHA A IZQUIERDA



ARREGLO DE IZQUIERDA A DERECHA

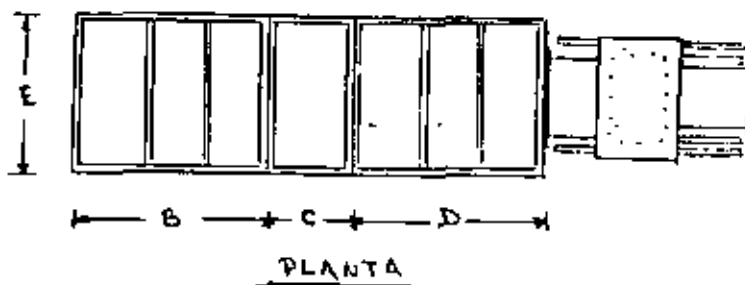
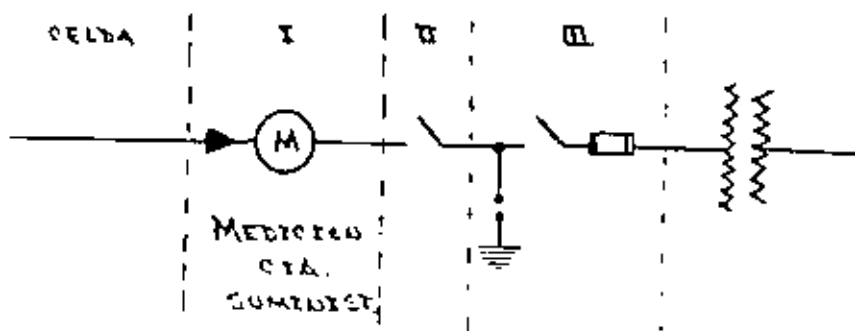
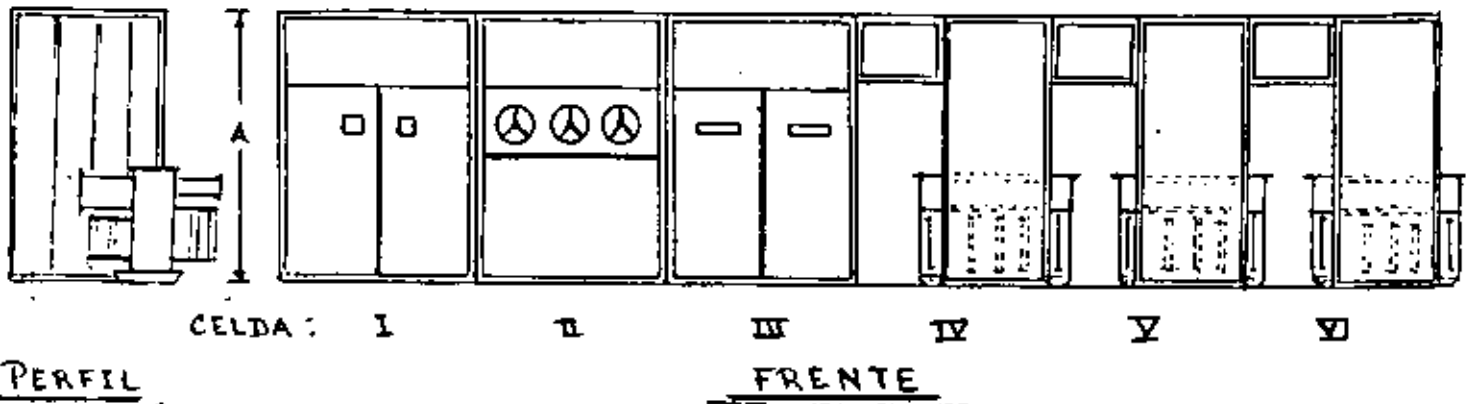


DIAGRAMA UNIFILAR



MEDICION
CIA.
SUMINIST.



ARREGLO DE IZQUIERDA A DERECHA

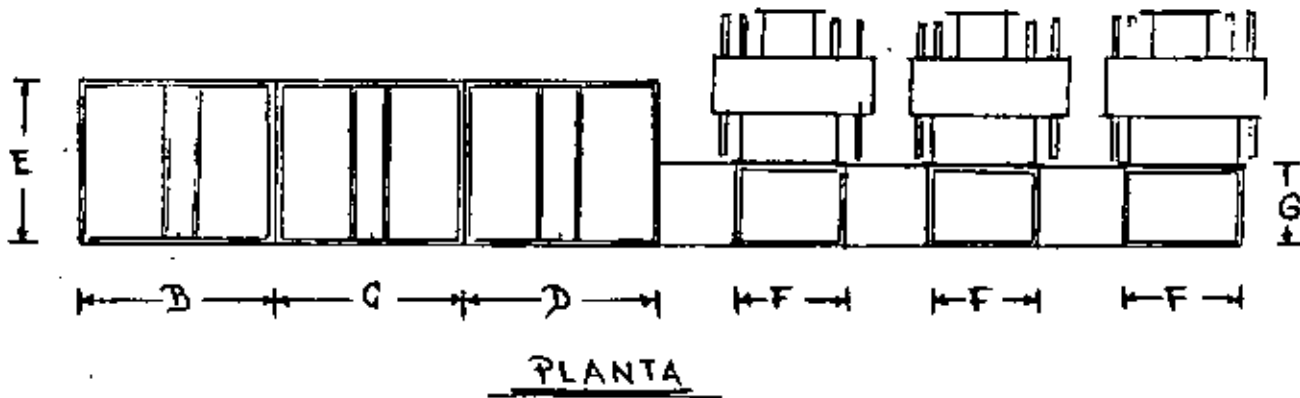
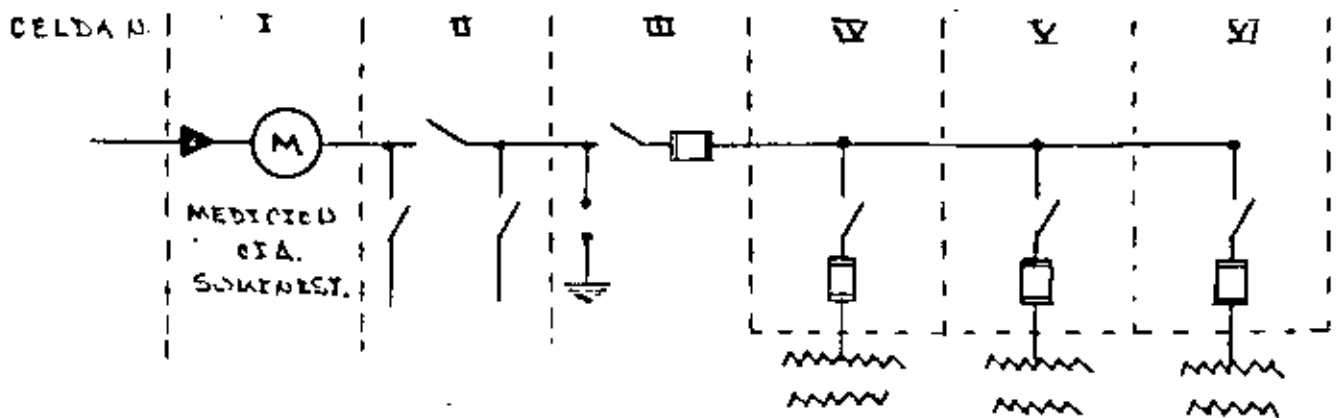
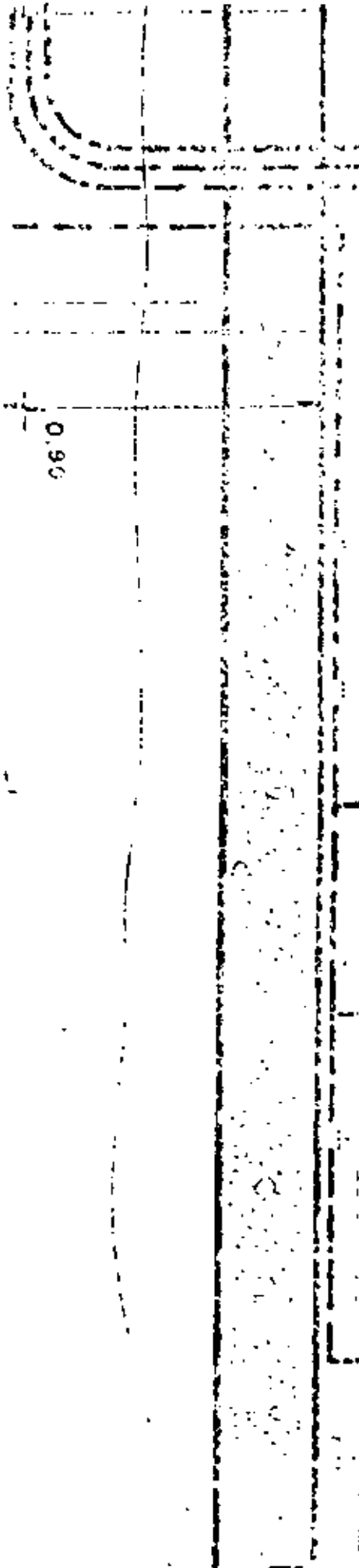
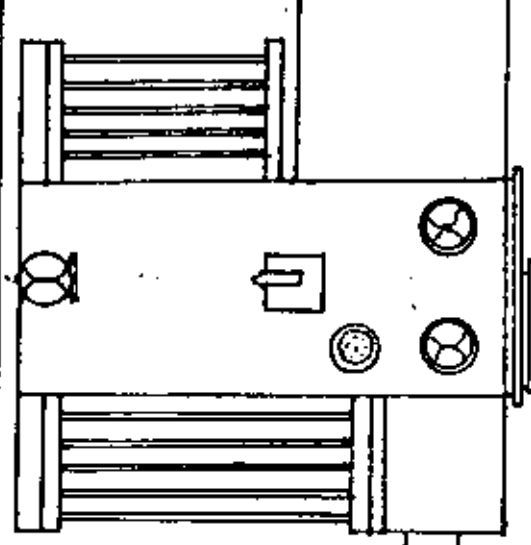
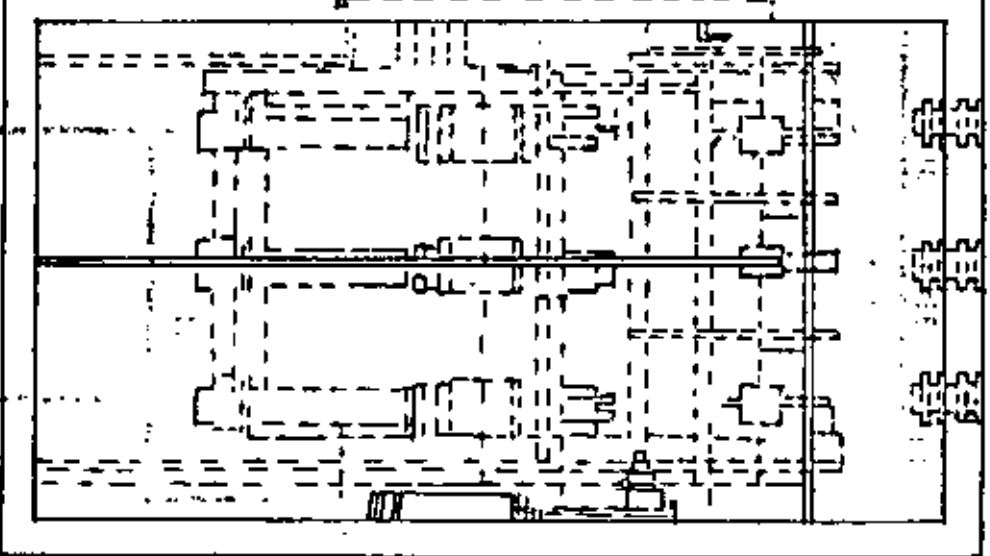
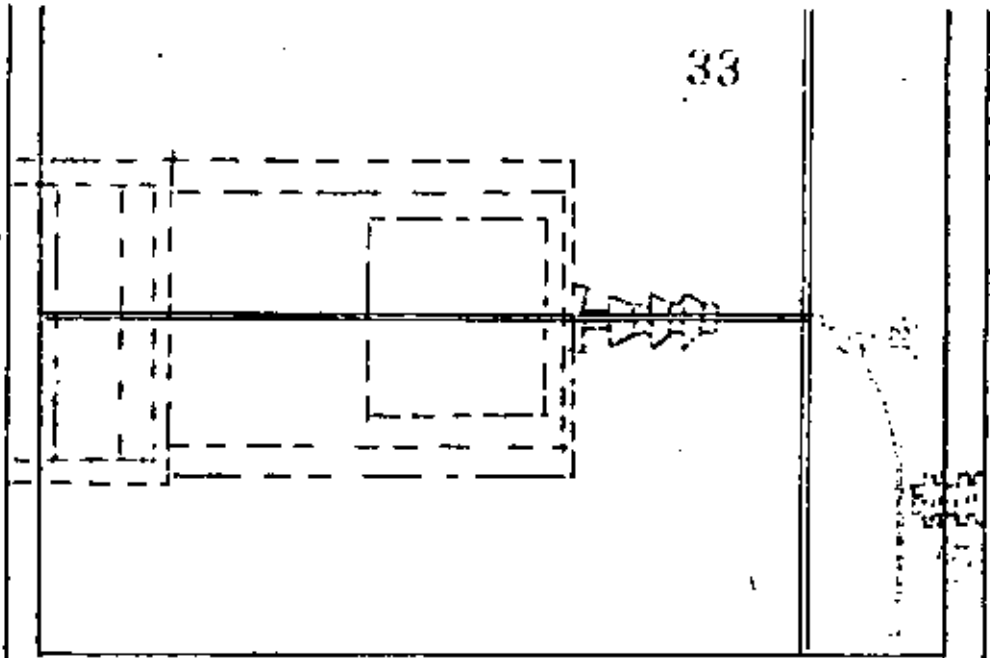


DIAGRAMA UNIFILAR



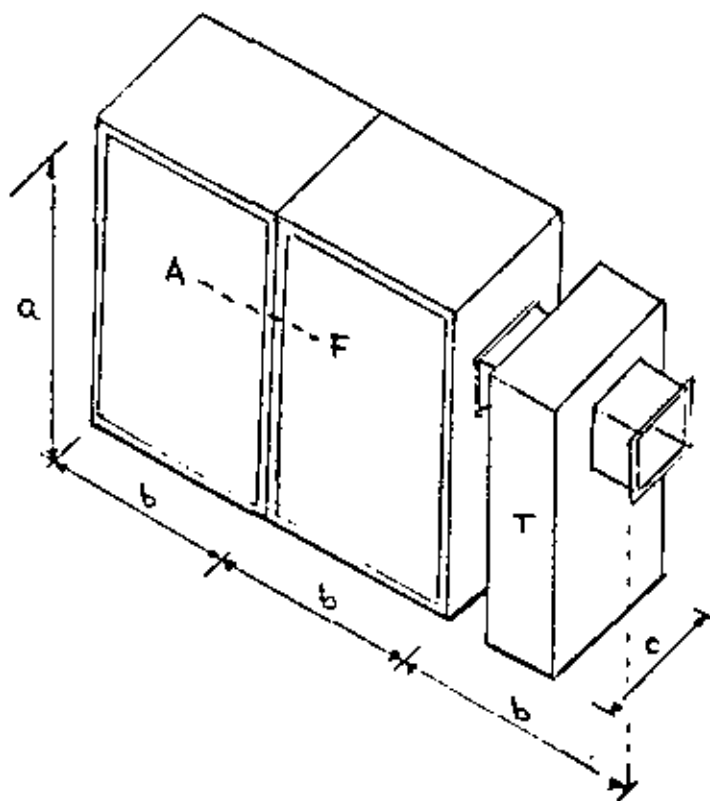


0.90

DIMENSIONES DE GABINETES Y TRANSFORMADORES

GABI- NETE.	DIMENSIONES EN CENTIMETROS					
	2.4 A 15 KV			HASTA 25 KV.		
	a	b	c	a	b	c
	ALTO	ANCHO	FONDO	ALTO	ANCHO	FONDO
A	240	110	120	260	200	200
B	240	150	120	260	150	200
C	240	130	120	260	150	200
D	240	110	120	260	150	200
E	240	110	120	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

34



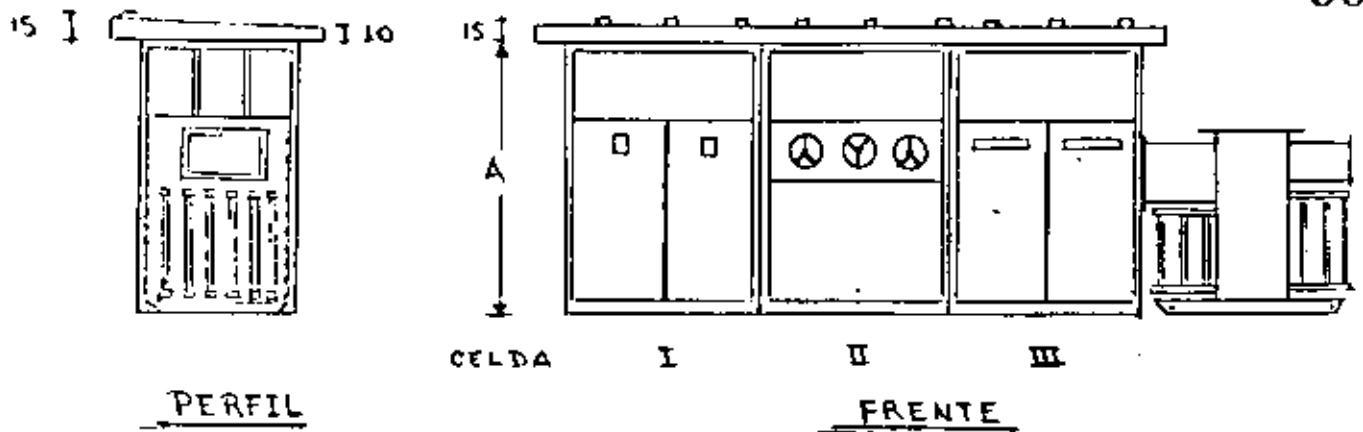
COMPONENTES NORMALES Y OPCIONALES DE UNA SUBESTACION COMPACTA

30

COMPONENTE	E S P E C I F I C A C I O N E S		GABI- NETE
	NORMAL	OPCIONAL	
ACOMETIDA	PARA CONEXION y MEDICION DE LA CIA DE LUZ	APARTARRAYOS MUFA PASAMUROS	A
VERIFICACION DE MEDIDORES	PARA PODER COMPROBAR, A SOLICITUD DEL CLIENTE, LOS MEDIDORES SIN INTERRUPTER EL SERVICIO.	APARATOS DE MEDICION TRANSFORMADORES DE POTENCIAL Y CORRIENTE	B
INTERRUPTOR	INTERRUPTOR EN AIRE, APERTURA CON CARGA, FUSIBLES	INTERRUPTOR EN ACEITE OPERACION ELECTRICA O POR RELEVADORES	C
DESCONECTADORES	DESCONECTADOR EN AIRE, TRIFOLAR, OPERACION NORMAL MANUAL	CUCHILLAS DESCONECTADORAS, OPERACION CON PERTIGA	D
FUSIBLES	FUSIBLES DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA (ACI) OPERACION MANUAL POR PERTIGA	FUSIBLES DE BAJA CAPACIDAD INTERRUPTIVA. OPERACION POR PERTIGA	E
ESPACIO	GABINETE QUE SE DEJA LIBRE PARA FUTURA AMPLIACION O PERMITIR UNA SEPARACION DE LOS TRANSFORMADORES	ESPECIFICAR EL EQUIPO	F
TRANSFORMADOR	TRIFASICO, ENFRIAMIENTO POR ACEITE, 4 DERIVACIONES DE 2.5% ELEVACION DE TEMPERATURA 55/90 °C A 1000 M.S.N.M. DUCTOS - LATERALES	TIPO SECO CONTACTOS PARA SEÑALES VENTILACION FORZADA.	T

EJEMPLO DE SUBESTACION COMPACTA TIPO INTEMPERIE

36



ARREGLO DE IZQUIERDA - DERECHA

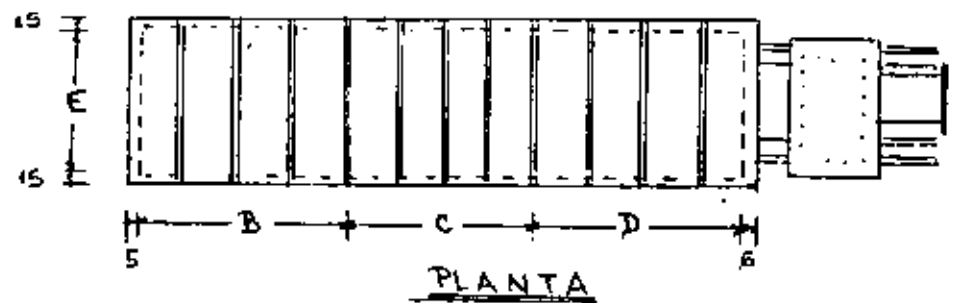
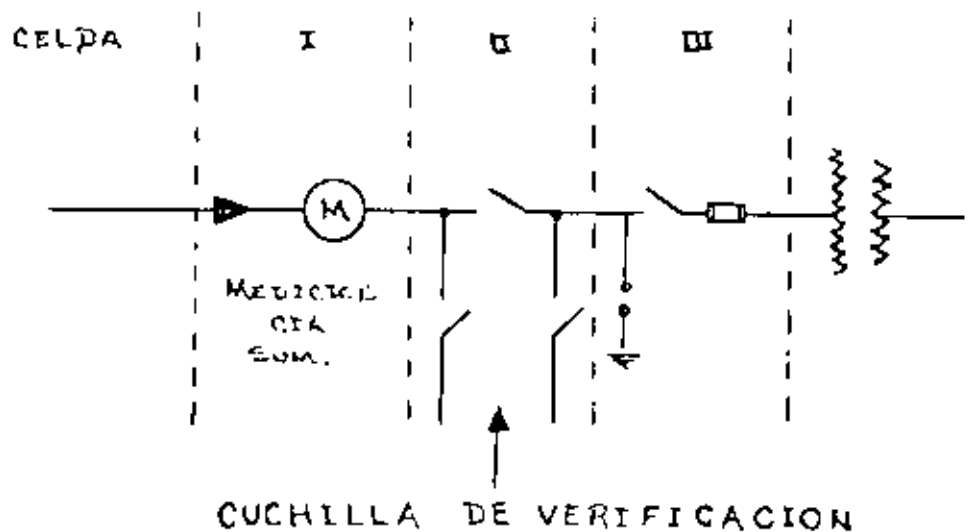
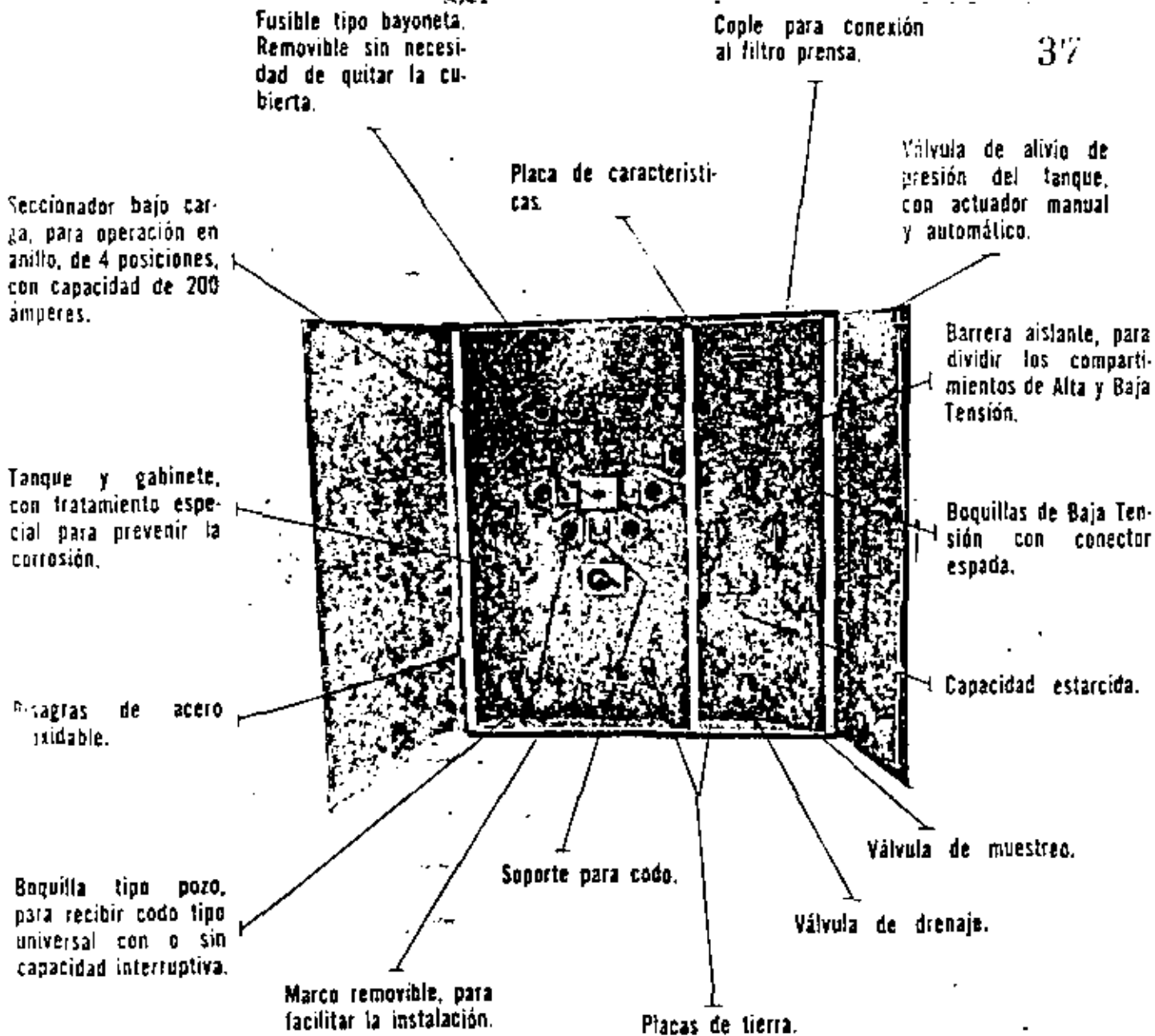


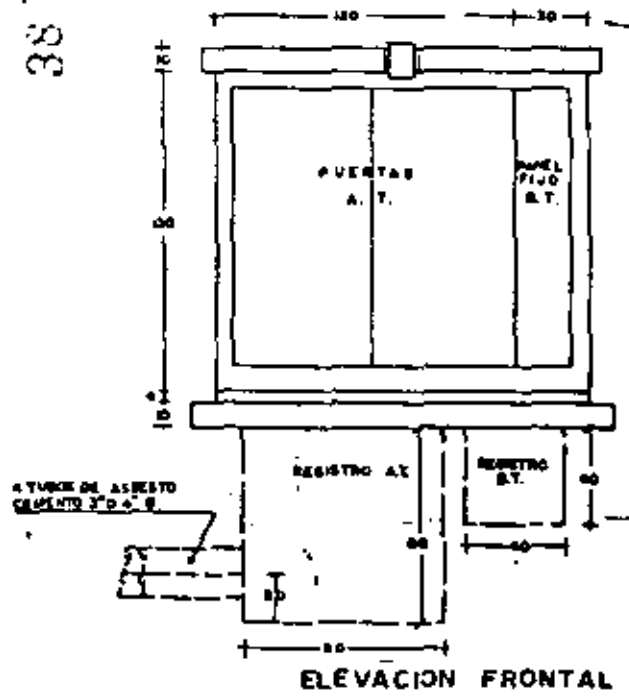
DIAGRAMA UNIFILAR



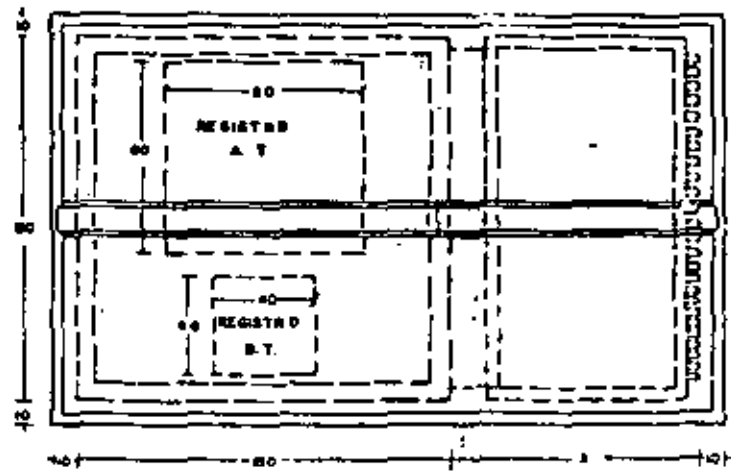


OTRAS CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION

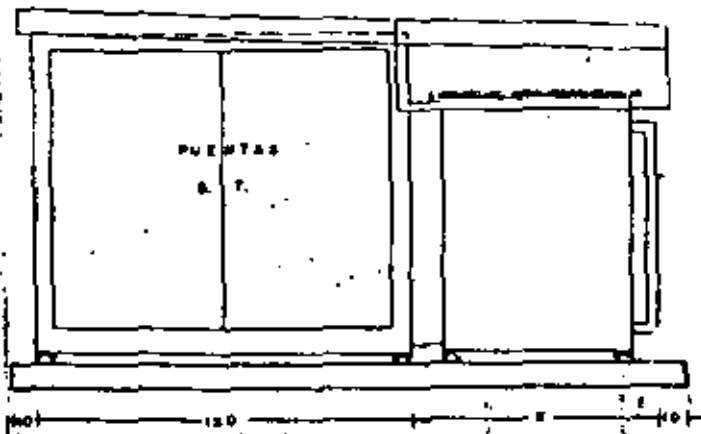
- Gabinete construido con lámina de acero calibre No. 10.
- Tanque construido con lámina de acero de 6.35 mm. de espesor.
- La puerta de acceso al compartimiento de Baja Tensión lleva manija con portacerrado.
- El acceso al compartimiento de Alta Tensión se logra quitando un seguro localizado en el compartimiento de Baja Tensión.



ELEVACION FRONTAL



PLANTA



ELEVACION LATERAL

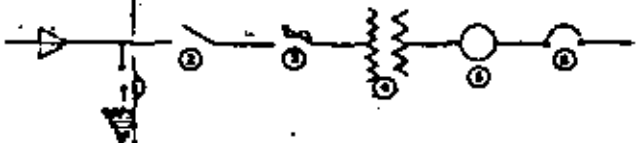


DIAGRAMA UNIFILAR

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 MECOSA 20/23 KV 220/27 VOLTS.
- 5. EQUIPO DE MEDICION EN BAJA TENSION
- 6. TERMOMAGNETICO

Dimensiones de "P" y Capacidad del Interruptor - 100% Termomagnético		
PVA	P	TERMO-MAGNETICO
100	75	2x600A
75	68	2x300A
50	70	2x200A
45	68	2x200A
30	47	2x125A

A.C.O.T. EN CO

SUBESTACION TIPO PEDESTAL.

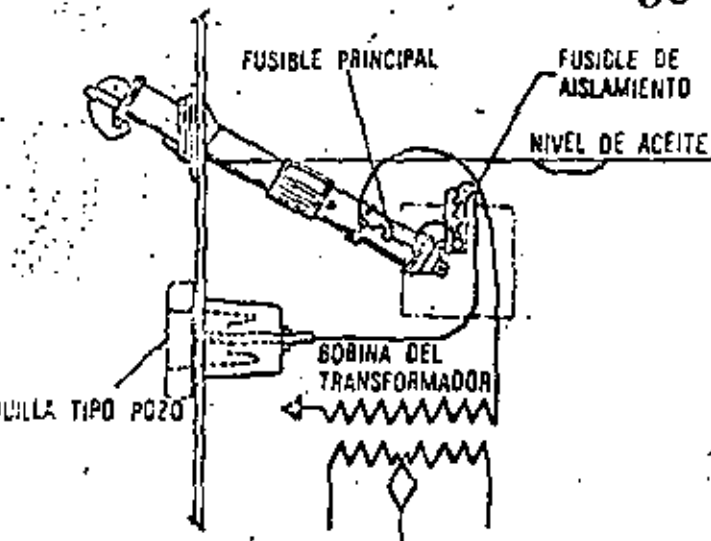


Fig. 1

ENSAMBLE TIPO BAYONETA PARA FUSIBLES DE EXPULSION.

El fusible principal está dispuesto de forma tal que fácilmente es removible desde el exterior. El fusible de aislamiento es accesible después de destapar el transformador. El elemento de los dos fusibles está constituido por una aleación eutéctica de bajo punto de fusión, comúnmente 145°C . La ventaja de esta característica es que el elemento puede ser sensible tanto a las sobrecargas como a las fallas. El fusible de aislamiento requiere mucho más energía (corriente y/o tiempo), que el principal. Si llegase a circular una corriente superior al rango del fusible principal (falla de transformador), el fusible de aislamiento se fundiría, evitando así que la unidad dañada sea reenergizada mediante el reemplazo del fusible principal. Esto le da protección al operador, pues es muy probable que no se dé cuenta que el transformador ha sido destruido por altas corrientes de falla.

VENTAJAS:

Buena habilidad para interrumpir bajas corrientes de falla.

Fácilmente reemplazable cuando se aplica el ensamblaje tipo Bayoneta.

Bajo costo. Su costo no es sensible a las variaciones de capacidad y voltaje dentro de su rango de fabricación.

DESVENTAJAS:

Relativamente baja capacidad interruptiva. Los rangos de capacidad interruptiva son aproximadamente: 3,000 Amp. a 8.3 KV, 2,000 Amp. a 15 KV y 1,000 Amp. a 20 KV. Cuando circulan corrientes mayores que las indicadas se generan gases, los cuales incrementan peligrosamente la presión del tanque antes de que opere el fusible de respaldo.

El fusible limitador de corriente es diseñado como un fusible que interrumpe con seguridad todas las corrientes disponibles dentro de su rango de interrupción; y dentro de su rango de limitación de corriente, limita el tiempo de interrupción bajo condiciones de voltaje nominal a un intervalo igual o menor que la duración del primer medio ciclo de corriente, limitando la corriente pico de fuga a un valor menor de la corriente pico que circularía si el fusible fuese reemplazado por un conductor sólido de la misma impedancia.

Los fusibles limitadores, comúnmente conocidos como fusibles de Arena de plata, consisten básicamente en uno o más alambres o listones de plata devanados espiralmente sobre un núcleo resistente a las altas temperaturas. El núcleo con el elemento fusible y los contactos externos, son colocados en un tubo que es también de un material resistente a las altas temperaturas; al final es llenado con arena de sílice de alta pureza y sellado en ambos extremos.

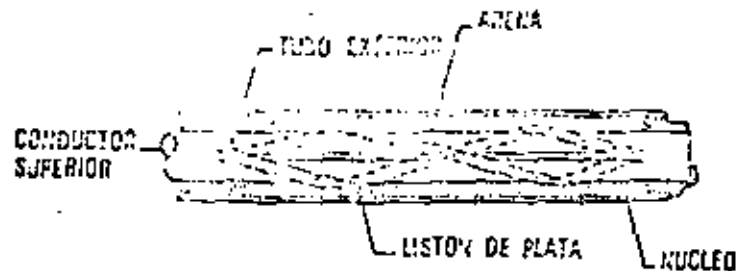


Fig. 2

CONSTRUCCION TUBICA DE UN FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE.

Cuando el fusible está operando a altas corrientes de falla, el elemento se funde casi instantáneamente sobre su longitud total. El arco resultante transmite rápidamente su energía calorífica a la arena que lo rodea. Esta energía funde la arena y la transforma en una estructura vítreosa llamada fulgurita. La rápida pérdida de energía calorífica y el confinamiento del arco por el vidrio fundido, limita la corriente a un valor relativamente pequeño conocido como corriente de fuga. La interrupción de la corriente se lleva a cabo en un medio ciclo o menos.

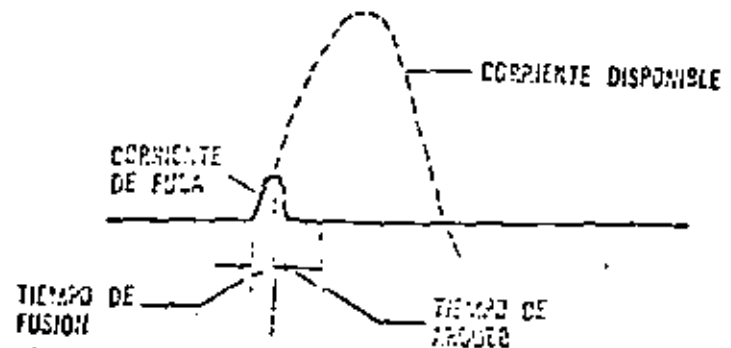


Fig. 3

INTERRUPCION TIPICA DE UN FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE.

EQUIPOS Y DISPOSITIVOS

AUXILIARES

411

- BARRAS.- PUEDEN SER RECTANGULARES, CUADRADAS, CIRCULARES, TUBULARES, EN FORMA DE: I, T o L. PUEDEN SER DE COBRE O ALUMINIO; DE 200, 400, 600, 800, 1,000, 1,600 O 2,000 AMPERES.

- CAPACITORES.- PARA CORREGIR F.P. BAJOS.

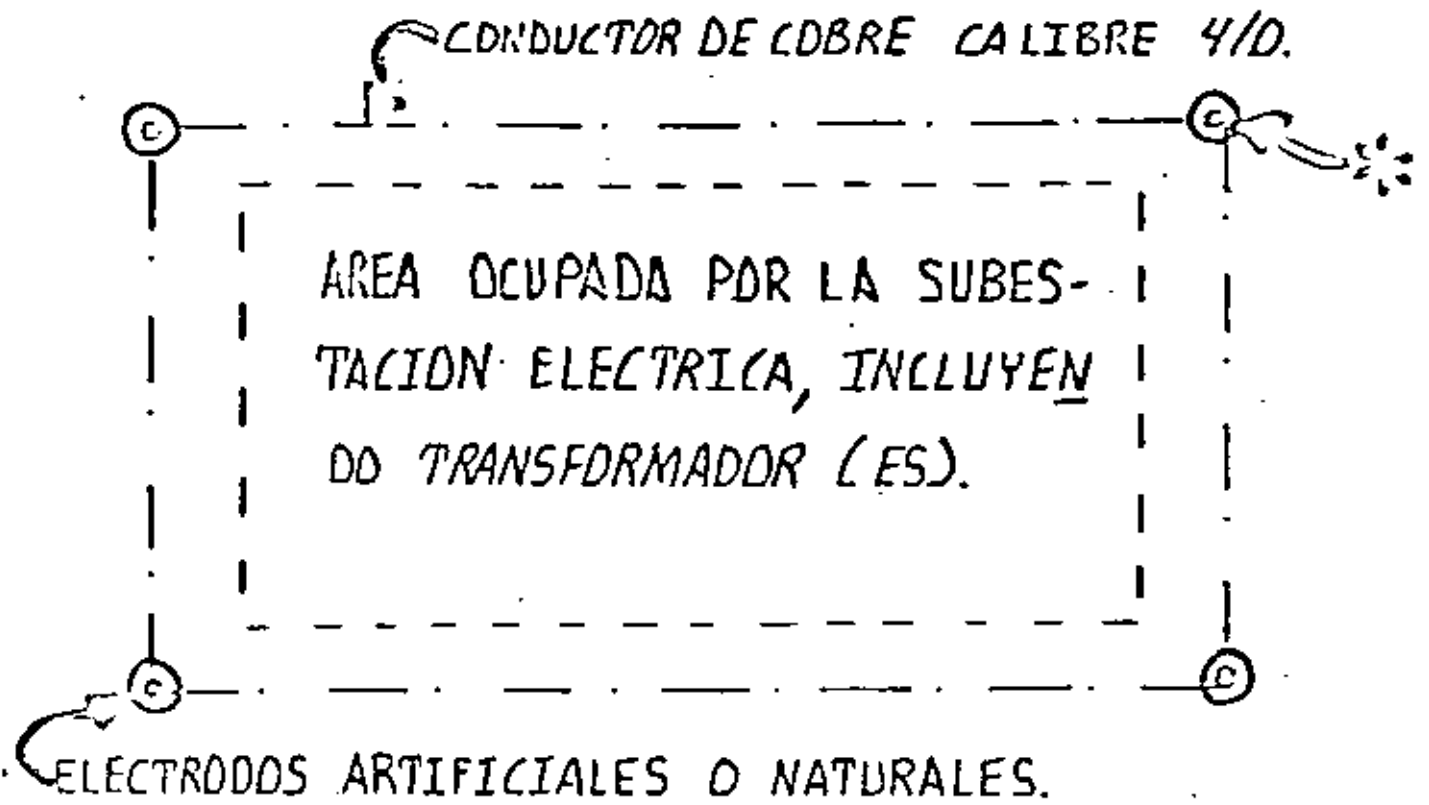
- SISTEMA DE TIERRAS.- PARA BRINDAR SEGURIDAD PUEDEN COMPONERSE DE:
 - BARRAS DE COBRE O ALUMINIO
 - CONDUCTORES DESNUDOS O AISLADOS
 - VARILLAS COPPERWELD
 - BARRAS O TUBOS DE ACERO

- HERRAJES.- PRINCIPALMENTE EN LAS SUBESTACIONES TIPO AZOTEA.

- TABLEROS DE OPERACIÓN, DISTRIBUCIÓN, CONTROL, MEDICIÓN O SEÑALIZACIÓN.

- CABLES ELÉCTRICOS DE POTENCIA. (A.T.).

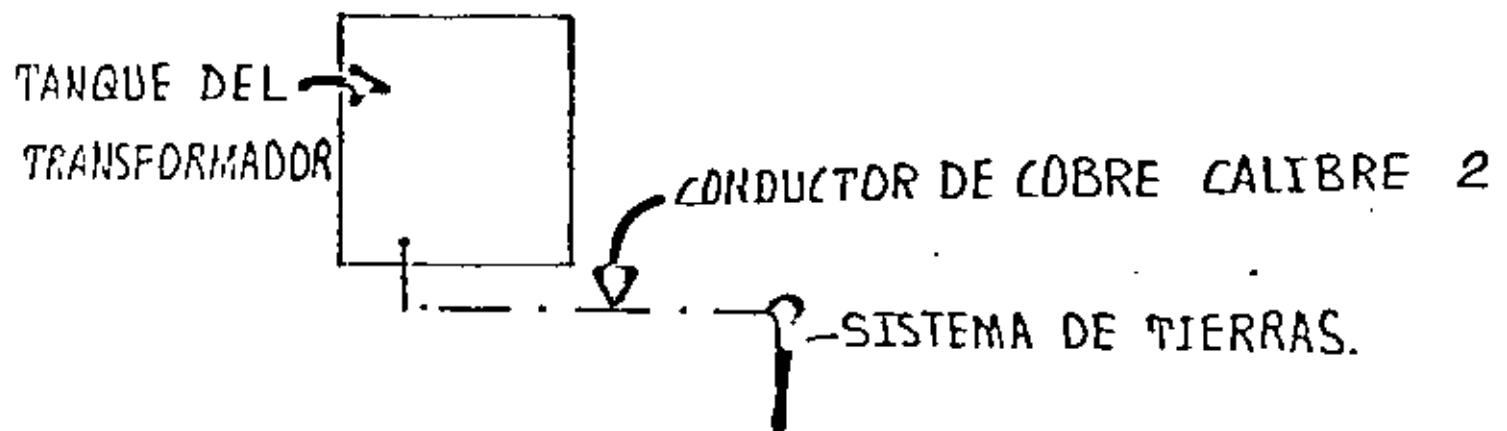
- DRENAJE.- AUXILIA LA LIMPIEZA EN LOS DRENAJES DE ACEITE; EVITA INUNDACIONES.
- EXTINGUIDOR.- PERMITE COMBATIR CONATOS DE INCENDIO.
- ALUMBRADO.- PERMITE OPERAR ADECUADAMENTE LA SUBESTACIÓN.
- PLATAFORMAS O TARIMAS AISLANTES.- PRESTA SEGURIDAD DURANTE LAS MANIOBRAS.
- ENCLAVES (INTERLOCKS).- IMPIDE LA EXPOSICIÓN DEL PERSONAL A PARTES VIVAS.
- CERCAS, PUERTAS CON CANDADO Y AVISOS. MEDIOS PARA IMPEDIR LA ENTRADA DE PERSONAS NO AUTORIZADAS.



SISTEMA DE TIERRAS: RED O MALLA. CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPO Y ELECTRODOS.

RESISTENCIA ELECTRICA MAXIMA DE SISTEMA DE TIERRAS : 10Ω .

* ENTERRADO A UNA PROFUNDIDAD DE 0.50 A 1 m.



EN NUESTRO ESTUDIO NOS INTERESAN ESPECIALMENTE:

— SUBESTACIONES COMPACTAS

- TIPO INTERIOR
 - TIPO INTEMPERIE
 - TIPO PEDESTAL
- } MÁS APLICADAS
EN EDIFICIOS

¿POR QUÉ ES NECESARIA UNA SUBESTACIÓN EN UN EDIFICIO?

RAZONES:

— LA ENERGÍA COMPRADA EN A.T. ES MÁS BARATA.

(TARIFA 8 MÁS ECONÓMICA QUE TARIFAS 2 Y 3).

— LA CANTIDAD DE CARGA DE EDIFICIOS DE UN SOLO USUARIO HACE LA INVERSIÓN EN UNA SUBESTACIÓN, ATRACTIVA.

— PRESTA MAYOR CONFIABILIDAD Y CONTINUIDAD DE SERVICIO.

RESISTENCIA A TIERRA DE LA MALLA. -

$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L} \quad [\text{OHMS}]$$

- r - RADIO DE UNA PIEZA CIRCULAR EQUIVALENTE.
- L - LONGITUD TOTAL DE CONDUCTORES ENTERRADOS.
- ρ - RESISTIVIDAD ELECTRICA DEL TERRENO.

VALORES ACEPTABLES ;

10 OHMS , HASTA MENOS
DE 1 OHM.

EJEMPLO.

45

UN EDIFICIO PARA OFICINAS TIENE UNA CARGA TOTAL DE 275 KW, CON UN F.D. \approx 0.75, LA DEMANDA DE ENERGÍA SE ESTABLECE EN 60,000 KW-H MENSUALES. SE DESEA CONOCER EN QUE TIEMPO SE AMORTIZARÍA UNA SUBESTACIÓN.

CUOTA EN TARIFA 3.

\$ 45.00 x KW DE DBF ← CARGO FIJO

\$ 0.70 x 1^{ros} 90 KW-H x DBF

\$ 0.65 x SIGUIENTES 180 KW-H x DBF

\$ 0.50 x KW-H ADICIONALES

CUOTA EN TARIFA 8.

\$ 25.00 x 1^{ro} 50 KW DE DBF → CARGOS FIJOS

\$ 30.00 x SIGUIENTES KW DE DBF

\$ 0.55 x 1^{ros} 90 KW-H x DBF

\$ 0.45 x SIGUIENTES 180 KW-H x DBF

\$ 0.35 x KW-H ADICIONALES

DBF — DEMANDA BASE DE FACTURACIÓN

$$\boxed{\text{DBF} = \text{DEMANDA MÁXIMA}}$$

↑
NORMALMENTE

(A.-) SE CALCULA APROXIMADAMENTE LA CAPACIDAD DE LA SUBESTACIÓN:

CAP. APROX. CARGA CONECTADA x F.D.

CAP. APROX. 275 KW x 0.75 = 206.25 KW

CORRESPONDE A UNA SUBESTACIÓN DE:
225 KVA.

(B.-) SE ESTIMA EL COSTO DE LA SUBESTACIÓN.

COSTO APROX SB- 225 _____ \$ 250,000.00

COSTO APROX. TR- 225 _____ \$ 350,000.00

COSTO APROX. INSTALACIÓN
Y ACONDICIONAMIENTO _____ \$ 130,000.00

COSTO TOTAL APROX. 730,000.00

(E) SE CALCULA EL TIEMPO DE AMORTIZACIÓN.

47

$$T_A = \frac{C_S}{CME_3 - CME_8} = \frac{S\ 730,000.00}{548,540.00 - 534,346.00}$$

$$T_A = 51.4 \text{ MESES} \approx 4\frac{1}{4} \text{ AÑOS.}$$

SE OPTA POR RECIBIR LA ENERGÍA
EN A.T.

RAZONES:

- LA VIDA ÚTIL DE LA SB ES DE 20-30 AÑOS, PAGÁNDOSE EN SÓLO A $\frac{1}{4}$ AÑOS.
- EL AHORRO SERÁ MAYOR CONFORME CUMEN-TE EL PRECIO DE LA ENERGÍA A FUTURO
- AL FINAL DE LA VIDA ÚTIL TODAVÍA SE OBTIENE UN PRECIO DE RECUPERACIÓN.
- PRESTA A LA INSTALACIÓN MAYOR CONFIA-BILIDAD Y CONTINUIDAD DE SERVICIO.

(47)

① CME₈

COSTO MENSUAL DE LA ENERGÍA
EN TARIFA 3.

DBF = 206 KW

CARGOS FIJOS

$$\text{\$ } 25.00 \times 1^{\text{er}} 50 \text{ KW DE DBF} = \text{\$ } 25.00 \times 50 = \text{\$ } 1,250.00$$

$$\text{\$ } 30.00 \times \text{SIGUIENTES KW DE DBF} = \text{\$ } 30.00 \times (206 - 50) = \text{\$ } 4,680.00$$

COSTO POR CONSUMO

$$\text{\$ } 0.55 \times 1^{\text{er}} 90 \text{ KW-H DE DBF} = \text{\$ } 0.55 \times 90 \times 206 = \text{\$ } 10,197.00$$

$$\text{\$ } 0.45 \times \text{SIG. } 180 \text{ KW-H DE DBF} = \text{\$ } 0.45 \times 180 \times 206 = \text{\$ } 16,686.00$$

KW-H CONSIDERADOS

KW-H ADICIONALES

$$\text{\$ } 0.35 \times 4380 \text{ KW-H} = \text{\$ } 1,533.00$$

\\$ 34,346.00

CME₈